

Aus der Anaesthesieabteilung (Vorstand: Prof.Dr.A.Doenicke)
der Chirurgischen Poliklinik der Universität München
(Direktor: Prof.Dr.F.Holle)

Verhalten von Blutdruck und Herzfrequenz sowie arterielle
Blutgasanalysen während der Einleitungsphase bei vier
Varianten der Neuroleptanalgesie

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten
Medizin verfaßt und einer Hohen Medizinischen
Fakultät der Ludwig-Maximilian-Universität zu
München

—

vorgelegt von
Wilhelm Wagner

—

München 1979

1980

—



Mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität
München

Referent: Prof.Dr.A.Doenicke

Korreferent: Prof.Dr.med.F.Holle

Dekan: Prof.Dr.med.W.Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 15.01.1980

Inhaltsverzeichnis

- I Einleitung
- II Problemstellung
- III Methode
 - 1) Kollektive
 - 2) Pharmaka
 - 3) Praktische Durchführung der Anästhesie
 - 4) Messungen
 - 5) Definition der bestimmten Größen der Blutgasanalyse
 - 6) Meßgeräte
- IV Ergebnisse
 - 1) Altersverteilung
 - 2) Geschlechtsverteilung
 - 3) Art der durchgeführten Operation
 - 4) Vergleich des Blutdrucks und der Herzfrequenz
in den Kollektiven A,B,C und D.
 - 5) Sauerstoffpartialdruck
 - 6) Sauerstoffsättigung
 - 7) pH
 - 8) Kohlendioxidpartialdruck
 - 9) Sekundäre Größen des Säure-Basen-Haushalts
 - a) Basenüberschuß
 - b) Pufferbasen
 - c) Standardbikarbonat und aktuelles Bikarbonat
- V Diskussion
- VI Zusammenfassung
- VII Tabellen und Abbildungen
- VIII Anhang
- IX Literaturverzeichnis
- X Lebenslauf

I Einleitung

Heute werden von einer guten Narkose folgende Eigenschaften erwartet: Völlige Analgesie, Reflexdämpfung, Muskeler schlaffung, Bewußtlosigkeit und Erhaltung von physiologischen Verhältnissen.

Die Neuroleptanalgesie (NLA) wurde 1959 von De Castro und Mundeleer inaugurirt (1,2).

In kurzer Zeit wurde dieser Methode gegenüber der kombinierten Inhalationsnarkose der Vorzug gegeben (9). Die Kombinationsnarkose besteht aus Einleitung mit einem Barbiturat, Aufrechterhaltung mit einem Sauerstoff-Lachgasgemisch, einem Inhalationsnarkotikum (z.B. Halothan) und Dauerrelaxierung mit repolarisierenden Substanzen.

In der Folgezeit variierten diverse Autoren die klassische Methode (3,4,5,6,7,8).

Von Doenicke et al. wurden 1964 in Sao Paulo (10,11) psychovegetative Nebenwirkungen der klassischen NLA veröffentlicht, die bei Patienten in der postoperativen Phase nachgewiesen werden konnten.

Seit 1965 wurde von diesen Autoren daher nicht mehr die klassische NLA zur Anwendung gebracht, sondern eine Kombination der NLA mit einem Hypnotikum, bei der weniger DHB verwendet wurde, um die neuroleptische Wirkung in der postoperativen Phase zu vermeiden.

Andererseits empfanden die Patienten die Einleitung der NLA mit einem Hypnotikum subjektiv angenehmer. Zahlreiche Autoren verwendeten Barbiturate, Ketamin, Diazepam und Flunitrazepam Propanidid zur Einleitung (12,3,13,22,5,6,7,8). Fast alle der genannten Pharmaka haben jedoch eine kardiodepressive Wirkung und können gelegentlich Histamin freisetzen (14,15). Seit März 1972 kam das herzkreislauf-indifferente Hypnotikum Etomidate zum klinischen Einsatz, das keine analgetische Wirkung zeigt und nicht zur Histaminfreisetzung führt (16,17,18,19,20,21,22,23).

Mit einer geeigneten Prämedikation und einer Kombination verschiedener Substanzen versucht man, die Menge und Konzentration jedes Narkotikums möglichst niedrig zu halten und damit das Narkoserisiko zu senken. Von der Firma Schering wurde auf der Suche nach einem Pharmakon mit guter Sedierung in geringer Dosierung ein Benzodiazepinderivat entwickelt, das Lormetazepam (SHF 312). In Tierversuchen zeigten sich ausgeprägte anxiolytische, muskelrelaxierende, krampfhemmende, sedativ-hypnotische und narkotische Wirkungen und somit eine besondere Eignung als Pharmakon zur Prämedikation bei Narkosen.

Mit dieser Studie sollen das Kreislaufverhalten sowie evt. Veränderungen der Blutgase und der Sauerstoffsättigung in der Einleitungsphase bei vier Varianten der NLA erfaßt werden.

II Problemstellung

- 1) Unterscheiden sich die vier Varianten der NLA im Kreislaufverhalten während der Einleitungsphase signifikant?
- 2) Unterscheiden sich die vier Varianten der NLA, die hier zur Anwendung kommen, im Hinblick auf Veränderungen der Blutgase und Sauerstoffsättigung signifikant?

Die vier zu vergleichenden Varianten:

- a) Standard-NLA (DHB, Fentanyl, Pancuronium): Variante A
- b) NLA-Variante B (DHB, Fentanyl, Etomidate, Pancuronium)
- c) NLA-Variante C (Etomidate + Fentanyl, Pancuronium, Fentanyl)
- d) NLA-Variante D (Fentanyl, Etomidate, Pancuronium)

Bei den Varianten a-c wurde die Prämedikation mit Atropin und Diazepam, bei der Variante d mit Atropin und Lormetazepam durchgeführt.

III Methodik

1. Kollektive

Die insgesamt 37 Narkosen wurden an der Chirurgischen Poliklinik der Universität München (Vorstand: Prof. Dr.F.Holle) durchgeführt.

Es wurden hauptsächlich Patienten mit Oberbauchoperationen ausgewählt, um eine genügend lange Operationsdauer zu gewährleisten.

2. Pharmaka

A) Als Prämedikation auf Station wurden bis auf Kollektiv D je nach Allgemeinzustand 7,5-15 mg Piritramid (Dipidolor) und 25 mg Promethazin (Atosil) verabreicht.

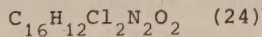
a) Piritramid ist ein Analgetikum mit geringer hypnotischer Wirkung, einer mittleren Wirkungs-dauer von 6 Stunden, keinen Herz-Kreislauf-wirkungen und sehr guter Verträglichkeit.

b) Promethazin ist ein Sedativum und Antihistaminikum, das sympathikolytisch und vagolytisch wirkt.

Kollektiv D erhielt 1 mg Lormetazepam (SHF 312).

Summenformel:

7-Chlor-5-(2-chlophenyl)-3-hydroxy-1-methyl-2,3-dihydro-1H-1,4-benzodiazepin-2-on



Molekulargewicht 335,19

Strukturformel siehe Abb. 1

Im Vergleich zu anderen Benzodiazepinen besitzt Lormetazepam mit 13 Stunden eine kurze Halbwertszeit (Diazepam 2,7 Tage). Ausscheidung über die Niere. Bei i.v. Applikation besitzt es eine rasche, schlaf-induzierende Wirkung. (33)

B) Prämedikation im Operationssaal bei Kollektiv A-C

a) Atropin

Atropin ist ein Vagolytikum, das eine Dämpfung der vagalen Erregbarkeit und eine Steigerung der Herzfrequenz bewirkt.

b) Diazepam (Valium^R)

Diazepam ist ein tranquillierendes Pharmakon aus der Reihe der Benzodiazepinderivate.

Zusammensetzung: 7-Chlor-1-methyl-5-phenyl-2,3-dihydro-1H-1,4-benzodiazepin-2-on.

Strukturformel siehe Abb. 2

Die Halbwertszeit beträgt 2.7 Tage. Bei wiederholter Gabe ist mit Kumulation zu rechnen. (25)

c) Bei Kollektiv D wurde Diazepam durch Lormetazepam ersetzt.

C) Pharmaka zur Einleitung der Anästhesie

a) Dehydrobenzperidol (Droperidol)

Dehydrobenzperidol ist ein Butyrophenonderivat und zwar ein von Tetrahydropiridin abgeleitetes tertiäres Amin, das von Janssen entwickelt wurde (26).

Strukturformel siehe Abb. 3

DHB verteilt sich sehr schnell im Organismus.

Es entfaltet seine Wirkung in subthalamischen und supraspinalen Gebieten (26).

Es bewirkt als Neuroleptikum psychomotorische Verlangsamung, emotionelle Gleichgültigkeit und affektive Indifferenz. Das Bewußtsein bleibt erhalten (27).

Die starke antiemetische Wirkung ist eine weitere wesentliche Eigenschaft für die Verwendung in der Anästhesie. DHB ist das stärkste bekannte Antiemetikum (27).

Dehydrobenzperidol bewirkt eine Hemmung der adrenergen alpha-Rezeptoren (28). Dies hat eine Weitstellung des peripheren Gefäßsystems mit verbesserter Sauerstoffversorgung der Gewebe, aber keinen Tonusverlust zur Folge (12,29,39). Bei richtiger Dosierung kommt es deshalb auch zu keinem wesentlichen Blutdruckabfall. Dieser tritt

nur bei Hypovolämie auf. Eine gewisse negative Inotropie des DHB konnte nachgewiesen werden (22). Dehydrobenzperidol wird in vivo durch Hydrolyse in Imidazolon und das Parafluorobutyrophenonderivat von 4-Piperidon gespalten. Etwa 10% werden unverändert mit dem Urin ausgeschieden (26).

b) Fentanyl

Auch das morphinartige Analgetikum Fentanyl ist ein tertiäres Amin, das von Janssen entwickelt wurde (26).

Strukturformel siehe Abb. 6

Es verteilt sich ebenfalls sehr rasch im Organismus und gelangt schnell in den Thalamus, andere subcorticale Zentren und das Rückenmark. Bei intravenöser Injektion tritt die maximale Wirkung sofort ein. Die Dauer der intensiven Wirkung beträgt 20-30 Minuten, die Gesamtdauer 45-75 Minuten (2).

Fentanyl ist das stärkste bisher bekannte Analgetikum. Bei subcutaner Injektion wirkt es 250 mal so stark wie Morphin (27).

Wegen der starken atemdepressorischen Wirkung dieses morphinartigen Analgetikums wird kontrollierte Beatmung während der NLA gefordert (9). Fentanyl wird hauptsächlich zu Norfentanyl abgebaut. Dieses wird weiter hydrolysiert zu 4-anilino-piperidin und Propionsäure (26). Mit dem Urin wird Fentanyl zu ca. 10% ausgeschieden. Ein wirksamer Antagonist ist Naloxon (Narcan).

c) Pancuroniumbromid (Pancuronium Organon^R)

Pancuroniumbromid (3 alpha, 17 beta-Dihydroxy-5 alpha-androstan-2 beta, 16 beta-ylen)-bis- (1-methyl-piperidinium)-dibromid-diacetat wurde erstmals 1964 synthetisiert.

Strukturformel siehe Abb. 4

Es ist ein nicht depolarisierendes Muskelrelaxans. Der neuromuskuläre Block wird durch Anticholin-

esterasen antagonisiert. Die vagolytische Wirkung ist sehr gering. Es hat keine blutdrucksenkende Wirkung und verursacht keine Veränderungen der Herzfrequenz (30).

d) Etomidate

Etomidate ist ein Äthyl-1-(alpha-methylbenzyl) imidazol-5-carboxylat mit der Summenformel $C_{14}H_{16}N_2O_2$ und dem Molekulargewicht: 244,28, das von Janssen entwickelt wurde.

Strukturformel siehe Abb. 5

Etomidate wird zur i.v. Applikation in einer wässrigen Lösung mit einem pH von 3,5 gelöst, Lösungsvermittler ist ein Phosphatpuffer.

Etomidate ist ein stark wirkendes Hypnotikum mit schnellem Wirkungseintritt, hoher Sicherheitsbreite und guter Steuerbarkeit. Es ist weitgehend kreislaufneutral und setzt kein Histamin frei (31,18,15,16,32,22,19,17,12). Der Abbau erfolgt schnell, hauptsächlich in der Leber, durch Hydrolyse der Estergruppe(32).

3. Praktische Durchführung der Anaesthesie

- a) Stationär wurde ca. 1 1/2 Std. vor Narkosebeginn bei den Varianten A-C als Prämedikation je nach Allgemeinzustand 7,5-15 mg Piritramid (Dipidolor^R) und 25 mg Atosil^R (Promethazin) jeweils i.m. gegeben. Variante D erhielt je nach Allgemeinzustand 1-2 mg Lormetazepam (SHF 312).
- b) Die Prämedikation kurz vor der Einleitungsphase setzte sich bei den Varianten A-C aus 0,5 mg Atropin i.v. und 1 mg/10 kg Körpergewicht Diazepam zusammen. Variante D erhielt 0,5 mg Atropin und 1 mg Lormetazepam (SHF 312). Vor Beginn der Einleitung wurde der Kreislauf mit 250 ml Gelatinelösung oder mit 6% Dextranlösung, bei Variante D mit einer Elektrolytlösung (Tutofusin) aufgefüllt.

c) Einleitungsphase

1. Variante A (Standard-NLA) (Abb. 7)

0,3 mg/kg Körpergewicht (KG) DHB, 0,5 mg Fentanyl und 4-6 mg Pancuronium wurden in dieser Reihenfolge rasch hintereinander i.v. injiziert. Danach wurde sofort Sauerstoff über die Maske gegeben und ca. 30 sec später mit Sauerstoff-Lachgasgemisch beatmet. Nach 2-3 Minuten erfolgte die Intubation.

2. Variante B (Abb. 7)

3 Minuten nach der Injektion von 0,15 mg/kg KG DHB wurden 0,5 mg Fentanyl, 4-6 mg Pancuronium und 7-10 mg Etomidate in angegebener Folge rasch hintereinander i.v. injiziert, danach sofort mit einem Sauerstoff-Lachgasgemisch beatmet und 2 Minuten später intubiert.

3. Variante C (Abb. 7)

Es wurden 0,25 mg/kg KG Etomidate und 0,15 mg Fentanyl als Mischspritze, dann unmittelbar darauf 4-6 mg Pancuronium i.v. injiziert. Anschließend erfolgte eine assistierte Beatmung mit einem Sauerstoff-Lachgasgemisch. 1-2 Minuten vor Intubation wurde nochmals 0,25 mg Fentanyl gegeben.

4. Variante D (Abb.7)

0,1 mg Fentanyl, 0,25 mg/kg KG Etomidate und 6-8 mg Pancuronium wurden unmittelbar hintereinander injiziert, dann erfolgte die assistierte Beatmung mit einem Sauerstoff-Lachgasgemisch. 2-3 Minuten später erfolgte die Intubation.

4. Messungen und Datenerfassung

Bei den Varianten A-C wurde unter Lokalanaesthesie mit 1% Scandicainlösung unter sterilen Bedingungen ein Vygon-Katheter nach der Seldingertechnik in die linke oder rechte Art. femoralis eingebracht. Der Katheter war über ein Zwischenstück mit einem Statham-Druckwandler (Membran zur Blutdruckmessung) verbunden. Zur Entnahme der Blutproben für die Blutgasanalyse war ein Dreiweghahn zwischengeschaltet. Der Statham-Druckwandler war mit einem Hellige-3-Kanalschreiber verbunden, wobei der mittlere Kanal als Weitwinkelschreiber benutzt wurde. Die Füllung und Spülung des Systems erfolgte mit isotonischer Kochsalzlösung über den Dreiweghahn. Zur Blutentnahme wurden 10 ml Einmalspritzen verwendet, die soviel Heparin enthielten, daß nach Aspiration von Blut bis zur 10 ml-Marke die Konzentration etwa 2% betrug. Vor der Aspiration ließen wir mit ca. 3 ml Blut das Mehrfache des Katheterinnen-volumens abtropfen, um unverdünntes Blut zu erhalten. Die Aspiration erfolgte blasenfrei. Nach der Blutentnahme wurde die Spritze mit einer aufgesetzten, umgebogenen Kanüle luftdicht verschlossen.

Bei der Variante D wurde die Punktion der Art. femoralis mit einem flexiblen Katheder (Abbocath 18 G) ebenfalls unter Lokalanaesthesie und sterilen Bedingungen durchgeführt. Der Katheter war mit einem Schlauch unter Zwischenschaltung eines Dreiweghahns mit einem Statham-Druckwandler verbunden. Dieser war unter Vor-schaltung eines Zugventils (Monitoring Kit), das in geschlossenem Zustand das vor- und nachgeschaltete System trennte, über ein Infusionsbesteck (Sangofix B) mit 250 ml isotonischer NaCl-Lösung (Kombiflak) in Verbindung. Die NaCl-Lösung war mit 1000 IE Heparin (1 ml Thrombophob) versetzt. Der Infusionsbeutel stand mittels einer Kompressionsmanschette unter einem Druck von ca. 200 mmHg. Übertragen wurden die vom Statham von Druckimpulsen in elektrische Impulse umgewandelten Werte auf einen Monitor (Marke Hellige).

Blutdruck und Herzfrequenz wurden optisch als numerische Digitalanzeige zur Darstellung gebracht. Bei Öffnung des Zugventils vor dem Statham konnte das gesamte System gespült werden, was jeweils nach den Blutentnahmen erforderlich war. Das System mußte blasenfrei sein, um eine objektive Druckmessung zu ermöglichen.

Zur Blutentnahme wurden hier 2 ml-Einmalspritzen verwendet; das Restvolumen der Spritze im Ansatzstück unterhalb des heruntergedrückten Stempels wurde mit Heparin gefüllt, um eine Blutgerinnung zu verhindern und eine Verfälschung der Werte durch Gasaustausch zwischen entnommenem Blut und eingeschlossener Luft zu vermeiden. Nach der Entnahme wurde die Spritze mit einer umgebogenen Einmalkanüle verschlossen.

Die Applikation der Medikamente erfolgte intravenös durch einen in eine große Unterarmvene gelegten Katheter, der mit einer Elektrolytinfusion verbunden war.

Bei den Varianten A bis C erfolgte eine kontinuierliche Druck- und Frequenzmessung bis 10 Minuten nach der Intubation. Bei Variante D wurden vor der Prämedikation drei Ruhewerte von der Digitalanzeige abgelesen, gemittelt und in ein standardisiertes Formblatt eingetragen. Nach Applikation der Prämedikation erfolgte die Aufzeichnung bis 10 Minuten nach Intubation im Ein-Minuten-Abstand.

Zur Blutgasanalyse wurde nach Anschluß und Kontrolle der Meßgeräte und Hilfsmittel der Leerwert entnommen. Weitere Entnahmen erfolgten bei den Varianten A bis C eine Minute nach Injektion des Diazepam sowie zwei Minuten vor Intubation und 5 und 10 Minuten nach Intubation. Bei der Variante D erfolgte sie ein, zwei, und drei Minuten nach Injektion von Lormetazepam, zwei Minuten nach Einleitung sowie 5 und 10 Minuten nach Intubation. Nach der Entnahme wurde das arterielle System gespült. Die Bestimmung erfolgte unmittelbar nach Entnahme der letzten Probe.

5. Definition der bestimmten Größen der Blutanalysen
(34,35,36)

a) pH

Das pH ist gemäß Definition der negative dekadische Logarithmus der Wasserstoffionen-konzentration.

Der Normbereich des Blut-pH liegt bei $7,40 \pm 0,05$

b) Kohlendioxid-Partialdruck

Bei einem erhöhten Angebot von CO_2 infolge Hypo-ventilation steigt auch der pCO_2 im Blut. Die Folge ist die respiratorische Azidose. Entsprechend vermindert sich der pCO_2 bei Hyper-ventilation und vermehrtem Abatmen von CO_2 . Abweichungen sind somit ein Maß für respirato-risch bedingte Veränderungen.

Der Normbereich liegt bei 40 ± 5 mmHg im arte-riellen Blut.

c) Standard-Bikarbonat

Das Standard-Bikarbonat ist als die Plasma-Bikarbonatkonzentration von Blut definiert, das bei 37°C und einem pCO_2 von 40 mmHg äquilibriert ist und dessen Hb bei einem pO_2 von 200 mmHg mit Sauerstoff abgesättigt ist. Der Normwert liegt bei 24 ± 4 meq/l Blut.

d) Aktuelles Bikarbonat

Das Bikarbonat der dissoziierten Kohlensäure und die undissoziierte Kohlensäure stehen bei einem bestimmten pH in einem festen Verhältnis, wie die Henderson-Hasselbalch-Gleichung zeigt:

$$\text{pH} = \text{pK}_{\text{H}_2\text{CO}_3} + \log \frac{\text{HCO}_3^-}{\text{H}_2\text{CO}_3}$$

Das in der Lunge angebotene CO_2 und somit auch der pCO_2 stehen mit der H_2CO_3 -Konzentration im Blut im Gleichgewicht. Die Veränderung eines Parameters bedingt die zwangsläufige Veränderung der anderen Parameter.

Das aktuelle Bikarbonat ist die Bikarbonatkonzentration bei dem jeweils herrschenden $p\text{CO}_2$, wobei das Hämoglobin vollständig mit Sauerstoff abgesättigt ist.

Der Normbereich liegt bei 24 ± 4 meq/l Blut.

e) Pufferbasen

Die Pufferbasen sind die Summe aller Pufferanionen bei Standardbedingungen ($p\text{CO}_2 = 40$ mmHg, 37°C , vollständige O_2 -Sättigung).

Der Normbereich liegt bei ca. 47 meq/l.

f) Basenüberschuß

Der Basenüberschuß (base excess) gibt an, wieviel mmol/l einer starken Base bzw. einer starken Säure (bei $p\text{CO}_2$ von 40 mmHg, 37°C und voller O_2 -Sättigung) zugesetzt werden müssen, um das pH auf 7,4 einzustellen.

Normbereich: ± 5 mmol/l

g) Sauerstofftransportfunktion

Ihr liegt die Sauerstoffbindungskurve zugrunde:

Abb. 8

Sie drückt die Relation zwischen Sauerstoffpartialdruck und der O_2 -Sättigung in Prozent aus, wobei die O_2 -Sättigung der Quotient aus O_2 -Hämoglobin und Gesamt-Hb oder aus der Konzentration des chemisch gebundenen O_2 und der O_2 -Kapazität ist.

6. Meßgeräte (37)

a) Blutdruck und Herzfrequenz

Bei den Varianten A-C wurden die Werte mit einem Hellige Drei-Kanal-Schreiber aufgezeichnet, wobei der mittlere Kanal als Weitwinkelschreiber benutzt wurde.

Bei der Variante D erfolgte die Übertragung der vom Statham von Druckimpulsen in elektrische Impulse umgewandelten Werte auf einen Monitor der Marke Hellige, wobei die Werte als numerische Digitalanzeige zur Darstellung kamen.

b) pH-Messung

bei den Varianten A-C wurde der Säure-Basenstatus mit dem von Astrup entwickelten Verfahren ermittelt. Die Auswertung erfolgte mit Hilfe eines CO_2 -pH-Diagramms. Dieses beruht auf der Tatsache, daß das pH dem Logarithmus des CO_2 -Partialdrucks proportional ist. Wird auf der Abszisse der pH-Wert eingetragen und auf der logarithmisch eingeteilten Ordinate der pCO_2 , so ergibt sich eine Gerade.

Hierzu wird das pH bei zwei verschiedenen pCO_2 bestimmt, was durch Äquilibration mit zwei verschiedenen Gasgemischen erreicht wird. Die pCO_2 -Werte ergeben sich nach folgender Formel:

$$\text{pCO}_2 = \frac{(b - 50) \times c}{100}$$

b = aktueller Barometerdruck

c = Konzentration des Äquilibrationsgases.

50 = Wasserdampfdruck bei 38° C

Durch Messen des aktuellen pH der Probe kann man das aktuelle Bikarbonat ermitteln. Am Schnittpunkt der Geraden mit der Parallelen zur Abszisse bei $\text{pCO}_2 = 40$ mmHg erhält man laut Definition das Standard-Bikarbonat. Basenüberschuß und Pufferbasen werden an empirisch ermittelten und errechneten Kurven abgelesen.

c) pO_2 -Messung

Die Radiometer- pO_2 -Elektrode Typ E 5046 wurde zur Messung des Sauerstoffpartialdrucks in Gasgemischen oder wässrigen Lösungen entwickelt und wird mit der Astrup-Mikroausrüstung nur in Verbindung mit einem Sauerstoffmonitor angewendet. Sie arbeitet nach dem Prinzip der Polarographie und besteht aus einer Einstabmeßkette (Platin- und Silber/Silberchloridelektrode), die in einem Elektrodengehäuse in einer Phosphatpufferlösung mit KCl-Zusatz untergebracht und mit einer 20 μ dicken Polypropylenmembran abgedeckt ist. Der Sauerstoff diffundiert durch die Membran und es stellt sich ein Gleichgewicht

zwischen dem O_2 -Partialdruck des Meßguts und der mit der Platinelektrode in Verbindung stehenden dünnen Schicht des Elektrolyten ein. Beim Anlegen einer Polarisierungsspannung von ca. 630 mV an die Platinkathode wird durch Reduktion des an die Kathode herandiffundierenden Sauerstoffs ein Strom erzeugt, der dem pO_2 des Meßgutes direkt proportional ist. Geeicht wird mit dem pO_2 von Wasser bei $38^\circ C$ nach folgender Formel:

$$pO_2 = \frac{(b - 50) \times c}{100}$$

b = Aktueller Barometerdruck

c = O_2 -Konzentration der Atmosphäre = 21 Vol%

50 = Wasserdampfdruck bei $38^\circ C$

Auch die pO_2 -Messung kann mit der Astrup-Mikroausrüstung durchgeführt werden. Anstelle der Kapillaren kann Blut auch direkt aus einer Spritze mit Hilfe eines Adapters in die Meßkammer gebracht werden.

d) Messung der Sauerstoffsättigung

Die Messung der O_2 -Sättigung erfolgte mit einem Mikrooxymeter der Firma Hellige durch Messung der Streustrahlung.

Bei der Variante D erfolgte die Messung bzw. Berechnung der Blutgase mit einem ABL 2 Acid-Base-Laboratory von Radiometer Kopenhagen. Gemessen wird hier Hb, pH, pCO_2 , pO_2 . Die übrigen Größen werden berechnet.

IV. Ergebnisse

1) Altersverteilung

Abb. 9 zeigt die Altersverteilung der Kollektive A und B.

Beim Kollektiv A lag das Maximum mit 60% zwischen 30 und 49 Jahren. Der jüngste Patient war 18 Jahre, der Älteste 67 Jahre alt.

Das Maximum der Altersverteilung beim Kollektiv B mit 40% lag zwischen 50 und 59 Jahren. 20% der Patienten waren jünger als 30 Jahre. Der jüngste Patient war 19 Jahre, der Älteste 68 Jahre alt.

Abb. 9 zeigt auch die Altersverteilung der Kollektive C und D.

Beim Kollektiv C lag das Maximum mit 50% zwischen 50 und 59 Jahren. 40% der Patienten waren zwischen 30 und 49 Jahren alt. Der jüngste Patient in diesem Kollektiv war 25 Jahre, der Älteste 59 Jahre alt.

Das Maximum der Altersverteilung des Kollektiv D lag mit 42,85% zwischen 40 und 49 Jahren. Alle Patienten waren zwischen 30 und 59 Jahre alt. Der jüngste Patient war hier 38 Jahre, der Älteste 59 Jahre alt.

Hieraus ergibt sich, daß die Patienten des Kollektivs A im Durchschnitt jünger waren als die der übrigen Kollektive, die weitgehend ähnliche Altersverteilung zeigten.

2) Geschlechtsverteilung

Kollektiv A: 8 Männer (80%), 2 Frauen (20%)
n=10

Kollektiv B: 10 Männer (100%)
n=10

Kollektiv C: 7 Männer (70%), 3 Frauen (30%)
n=10

Kollektiv D: 6 Männer (85,7%), 1 Frau (14,3%)

Bis auf Kollektiv C mit 30% Frauen überwiegt somit bei den Kollektiven A,B und D das männliche Geschlecht.

3. Art der durchgeführten Operationen

Tabelle 1 zeigt, welche Operationen bei den vier Kollektiven durchgeführt wurden.

In 15 von 37 Fällen wurde eine selektive proximale Vagotomie mit Pyloroplastik durchgeführt. Insgesamt wurden 34 Oberbaucheingriffe vorgenommen. Die vier Kollektive unterscheiden sich nicht wesentlich in der Art der durchgeführten Operationen.

Art der durchgeführten Operationen

	Koll.A	Koll.B	Koll.C	Koll.D	Total
Selekt. prox. Vagotomie + Pyloroplastik	5	4	3	3	15
Gastropexie	1			2	3
Gastrektomie Billroth II	4	4	2	3	13
Halsbereich		1			1
Cholecystektomie			1		1
Diagnost. Eingriff (Pankreas)		1	1		2
Urogenitatrakt			1		1
Orthop. Operation			2		2

Tabelle 1

Durchgeführte Operationen bei den insgesamt 37 Anaesthesien.
Bei Kollektiv D wurde bei einem Patienten eine Gastropexie
und eine SPV durchgeführt.

4. Vergleich der vier Varianten in Blutdruck und Herzfrequenz

Aus den Abbildungen 10-21 ist der Kurvenverlauf des Blutdrucks und der Herzfrequenz ersichtlich.

a) Systolischer Blutdruck

Beim Kollektiv A (klass. NLA) zeigt sich nach der Prämedikation keine Veränderung des syst. Blutdrucks. Nach Injektion des DHB kommt es zu einem Abfall von 12,52% gegenüber dem Ausgangswert. Dieses Niveau hält sich bis zur 4. Minute. Unter der Intubation in der 5. Minute steigt der syst. Blutdruck wieder um 5%. Bis zur 8. Minute zeigen sich dann konstante Werte, um dann bis zur 12. Minute wieder um 11,61% zu sinken. Nach 15 Minuten beträgt der syst. Blutdruck 85,79% des Ausgangswertes.

Bei einem Patienten sank der syst. Blutdruck nach der 6. Minute bis zur 12. Minute von 103 mmHg auf 60 mmHg, worauf Alupent injiziert wurde.

Auch bei der Variante B zeigt die Prämedikation keine Wirkung auf den syst. Blutdruck. Nach Injektion des DHB kommt es hier bis zur 3. Minute zu einem Abfall um 5,34%. Unmittelbar nach Injektion des Fentanyl kommt es zu einem Anstieg um 1,74%, um dann nach der Injektion von Pancuronium und Etomidate bis zur 6. Minute um 25,38% zu sinken. Danach zeigt sich unter der Intubation ein Anstieg um 24,65%. Von da an ergibt sich ein stetiger Abfall auf 75,22% des Ausgangswertes.

Bei einem Patienten trat von der 6. zur 7. Minute ein Herzstillstand auf, der durch Herzdruckmassage behoben werden konnte.

Der systolische Blutdruck bei Variante C gleicht nach der Prämedikation in seinem Verhalten den vorausgegangenen Kollektiven. Nach der Gabe von Fentanyl mit Etomidate und Pancuronium ergibt sich ein Abfall um 24,75%. Nach der zweiten Gabe von Fentanyl ist dann ein Anstieg um 21,03% auffallend. Im Gegensatz zu den vorhergehenden Kollektiven fällt hier der syst. Blutdruck nach der Intubation bis zur 11. Minute um 21,34%,

um dann bis zur 15. Minute wieder auf 78,01% des Ausgangswerts zu steigen.

Kollektiv D: Nach Gabe von Atropin und Lormetazepam zeigt sich im Gegensatz zu den Kollektiven A-C ein Abfall des syst. Blutdrucks auf 92,56% des Ausgangswerts. Nach Injektion von Fentanyl ergibt sich wieder ein Anstieg um 10,94%. Bis zur Intubation fällt er dann wieder um 5,4%. Innerhalb der nächsten zwei Minuten nach der Intubation findet sich ein Anstieg um 12,11%, um dann bis zur 13. Minute stetig um 25,16% zu sinken. Bis zur 15. Minute ergibt sich dann wieder ein Anstieg auf 94,95% des Ausgangswerts.

b) Diastolischer Blutdruck

Variante A (klass. NLA): Bis zur Injektion des DHB zeigt sich keine wesentliche Veränderung. Erst darauf kommt es zu einem Abfall um 10,53%. Bis zur 7. Minute steigt der diast. Blutdruck dann wieder um 10,4%. Bis zur 12. Minute findet sich dann ein Abfall um 13,18%, um schließlich bis zur 15. Minute 91,11% des Ausgangswerts zu erreichen.

Kollektiv B zeigt bis auf einen minimalen Abfall (2,94%) zwischen $t=-1$ und $t=+1$ bis zur 3. Minute fast konstante Werte. Danach ergibt sich bis zur 5. Minute ein Abfall um 16,25%. Bis zur 8. Minute steigt er dann wieder um 21,86%. In der 15. Minute ergibt sich dann nach stetigem Abfall ein Wert von 83,38% des Ausgangswerts.

Kollektiv C: Nach der Prämedikation bleibt der diast. Blutdruck weitgehend konstant. Nach der Einleitung kommt es bis zur 4. Minute zu einem Abfall um 10,39%. Die Injektion von Fentanyl führt dann zu einem Anstieg bis zur 5. Minute um 12,25%. Wie beim syst. Blutdruck ergibt sich auch hier trotz der Intubation bis zur 11. Minute ein stetiger Abfall um insgesamt 20,1%. Bis zur 15. Minute ergibt sich dann ein Anstieg auf 83,73% des Ausgangswerts.

Bei Kollektiv D sinkt der diast. Blutdruck nach der Prämedikation um 12,1%. Unter der Einleitung ergibt sich bis zur 2. Minute dann wieder ein Anstieg um 11,17%.

Nach einem geringen Abfall zeigt sich dann wiederum ein Anstieg bis zur 7. Minute um 14,64%. Bis zur 10. Minute fällt er wieder um 20,9% und erreicht in der 15. Minute 100,57% des Ausgangswerts.

c) Herzfrequenz

Bei der klass. NLA bleibt die Herzfrequenz nach der Prämedikation weitgehend stabil. Unter der Einleitung steigt sie dann bis zur 1. Minute auf 123,47%. Nach einem geringen Abfall bis zur 2. Minute steigt sie nochmals auf 131,6%, um dann bis zur Intubation um 2,33% zu sinken, bis zur 7. Minute wieder um 1,62% zu steigen und danach bis zur 12. Minute auf 111,08% zu fallen. Bis zur 15. Minute sind 112,42% des Ausgangswerts erreicht.

Variante B: Die Prämedikation zeigt keine wesentliche Wirkung auf die Herzfrequenz. Nach der Injektion von DHB kommt es bis zur 2. Minute zu einem Anstieg auf 110,22%. Nach einem Abfall um 3% bis zur 3. Minute kommt es während der Einleitung bis zur 5. Minute zu einem Anstieg auf 117,21%. Danach fällt die Herzfrequenz bis zur 6. Minute um 9,05% und steigt während der Intubation und bis zur 8. Minute wieder auf 115,56%. Bis zur 10. Minute bleibt sie dann fast konstant, um bis zur 15. Minute wieder auf 99,75% zu sinken.

Bei Kollektiv C zeigen sich bis zur 2. Minute weitgehend unveränderte Werte. Von der 2. zur 3. Minute kommt es zu einem Abfall um 5,19%. Nach der Injektion der 2. Dosis Fentanyl ergibt sich dann wieder ein Anstieg bis zur 5. Minute um 4,37%, bis zur 6. Minute um 7,5%. Danach fällt die Herzfrequenz bis zur 11. Minute stetig um 12,67%, um dann bis zur 15. Minute fast unverändert zu bleiben. Es ist dann ein Wert von 89,35% gegenüber dem Ausgangswert gegeben.

Die Herzfrequenz bleibt bei Variante D nach der Prämedikation fast konstant. Bis zur 1. Minute ergibt sich ein Anstieg auf 102%. Bis zur 2. Minute fällt sie dann wieder um 4,11%, um dann bis zur 6. Minute auf 121,85% zu steigen. Darauf ergibt sich ein stetiger Abfall bis

zur 12. Minute auf 86,52%. Von der 12. zur 13. Minute steigt sie dann um 17,54%. Darauf fällt sie bis zur 15. Minute auf 100,99% des Ausgangswerts.

5. Sauerstoffpartialdruck (Abb. 22)

a) Variante A: Alle Ruhewerte liegen über 90 mmHg.

Der pO_2 steigt bis zur 10. Minute, also 5 Minuten nach Intubation auf 112,79% des Ausgangswerts gleichmäßig an. Bis zur 15. Minute sinkt er dann um 2,07%.

b) Variante B: Hier lagen 2 Ruhewerte bei 80 mmHg, einer bei 85 mmHg. Die restlichen Ruhewerte lagen über 90 mmHg.

Es zeigte sich hier in der 1. Minute nach der Prämedikation ein Anstieg um 7,54%. Danach ergab sich noch ein geringer Anstieg bis zur 12. Minute um 6,01%. Der Abfall bis zur 17. Minute beträgt 7,62%. Dies sind dann 106,3% des Ausgangswerts.

c) Variante C: Hier liegt ein Ruhewert bei 78 mmHg.

Die übrigen Werte liegen über 90 mmHg.

In der 1. Minute nach der Prämedikation ergibt sich ein leichter Anstieg um 0,6%. Bis zur 3. Minute steigt der pO_2 dann auf 123,25%, um dann bis zur 15. Minute auf 111,52% zu sinken.

d) Variante D: Aufgrund des anderen Meßgerätes liegen hier die Ausgangswerte niedriger als bei den Kollektiven A-C.

In der 1. Minute nach Prämedikation steigt der pO_2 um 5,49%. Danach findet sich bis $t=-1$ ein Abfall um 14,97%. Bis zum Ende der Einleitung bei +2 Minuten steigt er steil an und erreicht 194,75% des Ausgangswerts. Bis zur 10. Minute fällt er dann wieder um 12,31%, um bis zur 15. Minute auf 171,92% des Ausgangswerts zu steigen.

6. Sauerstoffsättigung (Abb. 23)

Bei fast allen Patienten korrelieren die gemessenen Werte der O_2 -Sättigung gut mit denen des Partialdrucks. Aufgrund des flachen Verlaufs der Sauerstoffbindungskurve im von uns gemessenen Bereich bleiben die Änderungen der O_2 -Sättigung im Vergleich zu denen des pO_2 gering.

- a) Variante A: Die Mittelwerte steigen bis zur 10. Minute um 2,09% und erreichen bei 15 Minuten 101,4% des Ausgangswerts.
- b) Es zeigt sich ein fast identischer Kurvenverlauf bei Variante B. Bis zur 5. Minute steigt die O_2 -Sättigung um 2,15%, fällt jedoch bis zur 17. Minute wieder auf 100,86%.
- c) Kollektiv C: Hier bleibt die O_2 -Sättigung in der ersten Minute nach Prämedikation konstant und steigt dann bis zur 10. Minute um 1,32%. Bis zur 15. Minute fällt sie wieder um 0,51%.
- d) Beim Kollektiv D ergeben sich wie beim pO_2 die stärksten Veränderungen.
Von $t=-4$ bis $t=-1$ sinkt die Sauerstoffsättigung um 4,18%, steigt dann bis zur 2. Minute um 7,82%, fällt bis zur 10. Minute um 0,54% und erreicht bei 15 Minuten 104,01% des Ausgangswerts.

7. pH

- a) Klass. NLA: Die Veränderungen sind sehr gering. Von der Prämedikation bis zur 3. Minute ergeben sich keine Veränderungen. Dann steigt er bis zur 10. Minute um 0,03 Einheiten und liegt bei 15 Minuten mit 7,36 um 0,01 Einheiten unter dem Ausgangswert.
- b) Variante B: Hier ergibt sich in der ersten Minute nach der Prämedikation ein Anstieg um 0,01 Einheiten. Dieser Wert wird über die gesamte Meßdauer konstant gehalten.
- c) Koll. C: Hier zeigt sich in der ersten Minute nach Prämedikation ein Anstieg um 0,01 Einheiten; bis zur 3. Minute fällt er wieder um 0,02 Einheiten. Ein erneuter Anstieg bis zur 10. Minute um 0,03 Einheiten und bis zur 15. Minute um nochmals 0,03 Einheiten läßt hier einen um 0,05 Einheiten über dem Ausgangswert liegenden Endwert erreichen.
- d) Variante D: Bis zur 2. Minute nach der Prämedikation (Lormetazepam) sinkt der pH um 0,02 Einheiten; in der folgenden Minute steigt er dann um 0,01 Einheiten, um bis zur 2. Minute (Ende der Einleitung) wieder um 0,02 Einheiten zu sinken. Danach ergibt sich bis zur

15. Minute ein Anstieg um 0,02 Einheiten. Dieser Wert liegt jetzt 0,01 Einheiten unter dem Ausgangswert.

8. Kohlendioxid-Partialdruck (Abb. 24)

- a) Kollektiv A: In der ersten Minute nach Prämedikation steigt der $p\text{CO}_2$ um 1,93 mmHg, d.i. 4,52%; anschließend fällt er bis zur 3. Minute 0,69 mmHg unter den Ausgangswert von 40,78 mmHg. Bis zur 10. Minute ergibt sich ein weiterer Abfall auf 37,41 mmHg. Bis zur 15. Minute werden 95,56% des Ausgangswerts erreicht.
- b) Variante B: Auch hier liegen alle Mittelwerte wie bei Koll. A im Normbereich. Es ergibt sich von $t=-4$ bis $t=+17$ ein stetiger Abfall um 10,7% auf 37,63 mmHg.
- c) Hier liegt der Wert bei 15 Minuten bei 33,33 mmHg unter der Normgrenze.
Bis zur 3. Minute steigt der $p\text{CO}_2$ um 4,87% und fällt dann deutlich auf den obengenannten Wert, was bei einem Ausgangswert von 40,82 mmHg 82,05% entspricht.
- d) Variante D: Aufgrund des verschiedenen Meßgeräts liegt hier der Ausgangswert deutlich unter denen der anderen Kollektive. Er liegt auch unter der Norm. In der ersten Minute nach der Prämedikation ergibt sich ein Abfall um 4,58%. In der folgenden Minute steigt er wieder um 6,34%, fällt dann in der nächsten Minute um 1,66% und steigt bis zur 2. Minute wieder um 2,92%. Der Endwert beträgt 98,46% des Ausgangswerts.

9. Sekundäre Größen des Säure-Basen-Haushalts

a) Basenüberschuß

Koll. A (klass. NLA): In der ersten Minute nach der Prämedikation steigt der Basenüberschuß von -1,69 meq/l auf -0,82 meq/l, fällt dann bis zur 3. Minute wieder auf -1,94 meq/l. Bis zur 10. Minute ergibt sich dann ein geringfügiger Anstieg. Darauf folgt ein erheblicher Abfall auf -3,66 meq/l bis zur 15. Minute.

Koll. B: Auch hier ergibt sich nach der Prämedikation ein Anstieg, der jedoch hier mit 0,19 meq/l geringer ausfällt. Danach folgt ein stetiger Abfall bis zur 17. Minute auf -3,42 meq/l, also über das Doppelte des Ausgangswerts.

Koll. C: Nach der Prämedikation ergibt sich ein Anstieg von $-1,38 \text{ meq/l}$ auf $-0,28 \text{ meq/l}$, danach bis zur 3. Minute ein Abfall auf $-0,95 \text{ meq/l}$. Nach einem erneuten Anstieg bis zur 10. Minute auf $0,41 \text{ meq/l}$ folgt bis zur 15. Minute wieder ein Abfall auf $-1,49 \text{ meq/l}$.

Koll.D: Auch hier ergeben sich durch das ABL 2 von den übrigen Kollektiven deutlich abweichende Werte. In der ersten Minute nach Prämedikation ergibt sich im Gegensatz zu den drei anderen Kollektiven ein Abfall um $1,70 \text{ meq/l}$. Bis $t=-1$ steigt er um $0,57 \text{ meq/l}$, um dann bis zur 2. Minute um $1,0 \text{ meq/l}$ abzufallen. Bis zur 15. Minute steigt er wieder um $0,83 \text{ meq/l}$. Dieser Wert liegt $1,3 \text{ meq/l}$ unter dem Ausgangswert.

b) Pufferbasen

Koll. A: Bis zur 3. Minute ergeben sich keine wesentlichen Veränderungen. Erst bis zur 10. Minute und weiter bis zur 15. Minute kommt es zu einem geringen Abfall um $1,06 \text{ meq/l}$.

Koll. B: Hier kommt es bereits nach der Prämedikation zu einem Abfall, der bis zur 10. Minute anhält und $2,59 \text{ meq/l}$ beträgt. Bis zur 15. Minute steigen sie noch um $0,64 \text{ meq/l}$.

Koll. C: Hier zeigt sich bei $t=3$ Minuten ein Anstieg um $0,47 \text{ meq/l}$, der bis zur 10. Minute nochmals um $0,5 \text{ meq/l}$ zunimmt und dann wieder um $0,14 \text{ meq/l}$ fällt.

Bei Koll. D werden die Pufferbasen nicht angegeben, da das ABL 2 diese nicht mißt.

c) Standardbikarbonat und aktuelles Bikarbonat

Koll. A: In der ersten Minute nach der Prämedikation steigt das Standardbikarbonat um $0,64 \text{ meq/l}$, fällt dann bis zur 3. Minute um $0,91 \text{ meq/l}$ und sinkt schließlich nach geringem Anstieg nochmals bis zur 15. Minute um $1,16 \text{ meq/l}$.

Variante B: Hier findet sich nach der Prämedikation in der ersten Minute ein geringer Anstieg um $0,13 \text{ meq/l}$ und dann ein stetiger Abfall bis zur 15. Minute um $1,58 \text{ meq/l}$.

Koll. C: Nach der Prämedikation kommt es zu einem Anstieg um 0,9 meq/l, dann zu einem Abfall bis zur 3. Minute auf 0,43 meq/l über dem Ausgangswert. Bis zur 10. Minute steigt es nochmals um 0,44 meq/l. Der Wert bei $t=15$ min. liegt 0,07 meq/l über dem Ausgangswert.

Koll. D: Die Ausgangswerte unterscheiden sich wieder deutlich von den drei anderen Varianten.

Nach der Prämedikation findet sich ein Abfall um 1,78 meq/l. Bis zur 2. Minute gibt es dann einen Anstieg um 1,35 meq/l. Der nochmals leicht abfallende Endwert bei 15 Minuten liegt 1,2 meq/l unter dem Ausgangswert.

Das aktuelle Bikarbonat bezieht sich auf den jeweils herrschenden CO_2 -Partialdruck.

Koll. A: Hier steigt das akt. Bikarbonat in der ersten Minute nach der Prämedikation um 1,22 meq/l und fällt dann stetig bis zur 15. Minute um 3,16 meq/l.

Koll. B: Hier zeigt sich etwa der gleiche Verlauf wie bei Variante A. Nach einem geringen Anstieg erfolgt ein Abfall bis zur 15. Minute um 2,76 meq/l. Der Endwert liegt somit um 2,71 meq/l unter dem Ausgangswert.

Variante C: Auch hier ergibt sich nach einem Anstieg nach der Prämedikation um 1,12 meq/l ein Abfallen um 2,98 meq/l zum Endwert bei 15 Minuten.

Koll.D: In der ersten Minute nach der Prämedikation fällt das akt. Bikarbonat um 1,45 meq/l, steigt dann wieder gering und bleibt bis zur 2. Minute etwa auf diesem Niveau. Bis zur 15. Minute kommt es dann noch zu einem Anstieg um 0,45 meq/l; somit liegt der Endwert um 0,83 meq/l unter dem Ausgangswert.

V. Diskussion

Mit dieser Studie sollten Vor- und Nachteile der klassischen NLA sowie drei weiterer Varianten der NLA in Bezug auf das Kreislaufverhalten und die Blutgasveränderungen während der Prämedikation im OP, der Einleitung und der unmittelbaren Phase nach der Einleitung aufgezeigt werden.

Die Punktion der Art. femoralis zur Druck- und Frequenzmessung sowie zur Gasanalyse bewährte sich gut. Die Punktion vertrugen alle Patienten ohne Komplikationen. Blutdruck und Frequenz konnten fortlaufend exakt gemessen werden, die Blutentnahmen zur Gasanalyse wurden zu genau bestimmten Zeiten durchgeführt. In der Peripherie auftretende Zirkulationsstörungen wirkten sich dadurch nicht aus.

Die Prämedikation zeigte bei den Varianten A-C praktisch keine Wirkung auf Blutdruck und Herzfrequenz. Bei Kollektiv D, wo statt Diazepam Lormetazepam verwendet wurde, zeigt sich ein Abfall des Blutdrucks um 7,44% systolisch bzw. 12,1% diastolisch. Die Herzfrequenz verändert sich kaum.

Bei der klassischen NLA (Variante A) wurde mit 0,3 mg/kg KG DHB die doppelte Dosis gegenüber den anderen Varianten gegeben. Außerdem erfolgte die weitere Injektion von Fentanyl (0,5 mg) und Pancuronium (4-6 mg) rasch hintereinander. Das Neuroleptikum DHB besitzt eine alpha-Rezeptorenblockierende und negativ inotrope Wirkung (23,28,38).

Die Abnahme des systolischen (12,52%) und diastolischen (10,53%) Blutdrucks nach der Injektion des DHB wird durch die Zunahme der Schlagfrequenz (23,47%) kompensiert. Diese Frequenzzunahme gleich zu Beginn der Einleitung wird von Fischer als eine Folge der DHB-Wirkung bezeichnet (39).

Bei Kollektiv B, wo nur die Hälfte der Dosis DHB (0,15 mg/kg KG) gegenüber Kollektiv A gegeben wurde und langsam injiziert wurde, sank der systolische Blutdruck nur um 5,34%, der diastolische Blutdruck um 2,94%, während die Herzfrequenz um 10,22% stieg. Es zeigt sich also, daß eine Halbierung der DHB-Dosis mit Injektion von Etomidate eine erheblich geringere Kreislaufwirkung zur Folge hat. Wesentlich dürfte dabei auch die ausreichende Volumenzufuhr aufgrund der größeren Injektionsabstände sein.

Etomidate wurde bei Kollektiv B 4 1/2 Minuten nach der Injektion des DHB gegeben. Trotz des relativ langen Intervalls zeigte sich doch noch ein Kumulationseffekt. Etomidate senkt den peripheren Gefäßwiderstand. So fällt der Blutdruck nach der Injektion von 7-10 mg Etomidate um 25,38% bzw. 16,25%, die Herzfrequenz steigt nur gering.

Bei Variante C wurde 0,25 mg/kg KG Etomidate als Mischspritze mit 0,15 mg Fentanyl injiziert, jedoch kein DHB vorausgegeben. Hier sinkt der syst. Blutdruck fast um den gleichen Prozentsatz wie bei Kollektiv B, steigt aber nach der 2.Gabe von 0,25 mg Fentanyl um annähernd den gleichen Prozentsatz wieder an. Die Herzfrequenz ist hier erfreulich konstant.

Bei Variante D wurden 0,1 mg Fentanyl und anschließend 0,25 mg/kg KG Etomidate injiziert. Hier ergibt sich zunächst ein Anstieg des Blutdrucks um 10% (syst.) bzw. 11,17% (diast.). Die Herzfrequenz bleibt auch hier weitgehend konstant. Kurz darauf sinkt der Blutdruck wieder etwa auf den Ausgangswert.

Der Anstieg des Blutdrucks während der Intubation ist auf den Reiz der endotrachealen Intubation auf die efferenten Fasern des Halssympathicus zurückzuführen.

Durch nicht zu hoch dosiertes Fentanyl scheint der Blutdruckabfall in der Einleitungsphase weitgehend verhindert werden zu können.

Nach der Intubation zeigen alle Kollektive bis zur 12. bzw. 13. Minute einen langsamen Abfall von Blutdruck und Herzfrequenz. Danach findet sich wieder ein Anstieg bzw. eine Konstanz dieser Parameter. Lediglich Variante B fiel bis zum Schluß der Messung und wies mit 75,22% des Ausgangswerts den niedrigsten Endwert bezüglich des systolischen Blutdrucks aller Varianten auf. Kollektiv D erreichte mit 94,95% (syst.) den dem Ausgangswert am nächsten Wert.

Bei den Blutgasen ist der Anstieg des pO_2 nach der Injektion von Diazepam bzw. Lormetazepam in der 1. Minute nach Injektion durch den 'Stress' erklärlich, dem die Patienten durch die Injektion unterlagen und der zur Hyperventilation führte. Bei Kollektiv D zeigte sich nach der ersten Minute nach Injektion des Lormetazepam wieder ein Abfall des pO_2 . Die Einleitung selbst führte dann zu einem deutlichen Anstieg des pO_2 .

Die Veränderungen des $p\text{CO}_2$ sind weniger ausgeprägt als die des Sauerstoffpartialdrucks. Die geringere Empfindlichkeit des $p\text{CO}_2$ gegenüber veränderten Atemminutenvolumina ergibt sich durch das Puffersystem des Bluts.

Die übrigen Veränderungen des Säurebasenhaushalts sind äußerst gering und normalisieren sich in kurzer Zeit wieder.

VI. Zusammenfassung

37 Patienten wurden nach der klassischen NLA und weiteren drei Varianten der NLA mit Etomidate eingeleitet. Bei jedem Patienten wurden Blutdruck, Herzfrequenz sowie Blutgase erfaßt.

Ergebnisse:

- 1) Die klassische NLA zeigte ein stabileres Blutdruckverhalten, als es bei früheren Untersuchungen der Fall war. Die Herzfrequenz steigt jedoch auch hier nach DHB deutlich (31,6%).
- 2) Bei den Kollektiven B und C findet sich nach der Einleitung der stärkste Blutdruckabfall. Bei Kollektiv B trat bei einem Patienten in dieser Phase ein Herzstillstand auf. Auch der Blutdruckanstieg unter der Intubation ist bei diesen beiden Kollektiven deutlicher als bei den beiden anderen.
- 3) Die Prämedikation mit Lormetazepam brachte in Bezug auf Blutdruck, Herzfrequenz und Blutgase keine entscheidenden Vorteile gegenüber Diazepam.
- 4) Die Blutgase verhalten sich bei allen Kollektiven ähnlich. Lediglich bei Kollektiv D findet sich ein wesentlich stärkerer Anstieg von $p\text{O}_2$ nach der Einleitung.

VII. Tabellen und Abbildungen

Abb. 1	: Strukturformel von Lormetazepam
Abb. 2	: Strukturformel von Diazepam
Abb. 3	: Strukturformel von DHB
Abb. 4	: Strukturformel von Pancuronium
Abb. 5	: Strukturformel von Etomidate
Abb. 6	: Strukturformel von Fentanyl
Abb. 7	: Einleitungsphase der vier NLA-Varianten
Abb. 8	: Sauerstoffbindungskurve
Abb. 9	: Altersverteilung der vier Varianten
Abb. 10-21	: Blutdruck und Herzfrequenz
Abb. 22	: Sauerstoffpartialdruck
Abb. 23	: Sauerstoffsättigung
Abb. 24	: Kohlendioxid-Partialdruck
Tab. 1	: Art der durchgeführten Operationen
Tab. 2-13	: Einzelwerte mit Mittelwert und Standard- abweichung für Blutdruck und Herzfrequenz
Tab. 14-44	: Einzelwerte mit Mittelwerten und Standard- abweichung für Blutgase

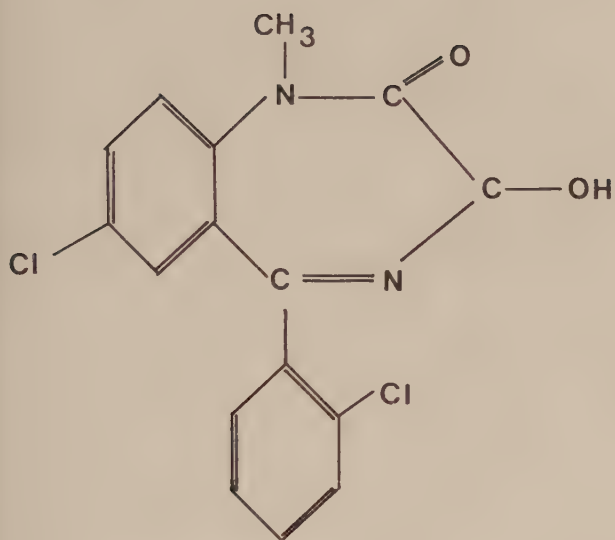


Abb.1 Lormetazepam

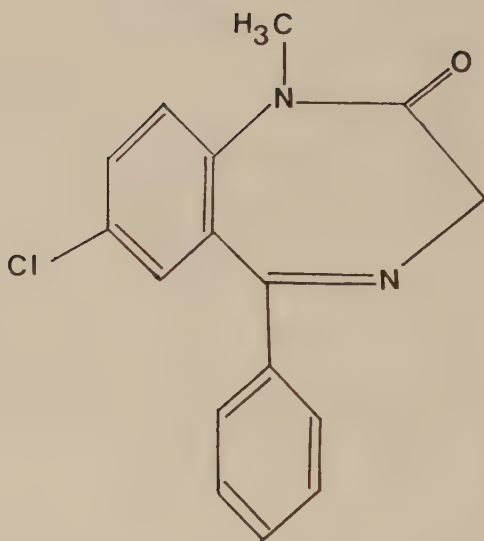


Abb.2 Diazepam

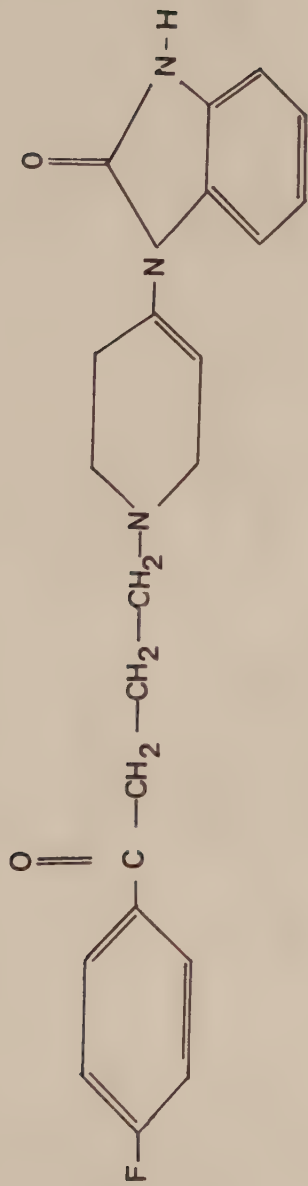


Abb. 3 Dehydrobenzperidol (DHB)

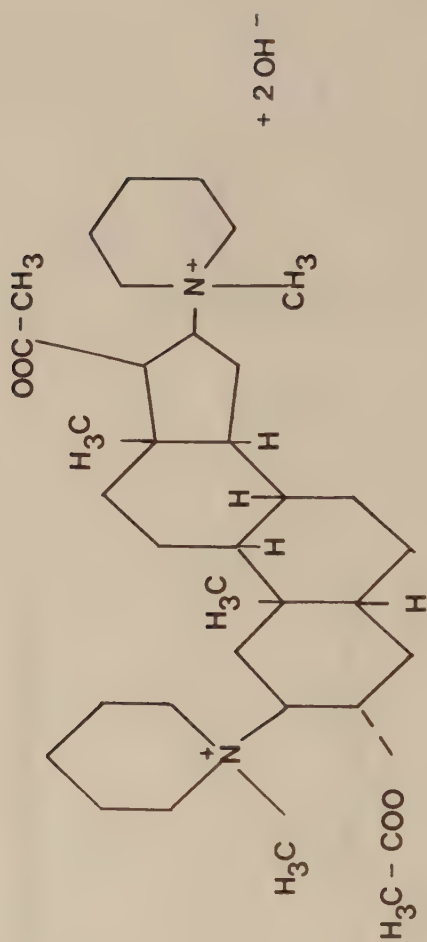
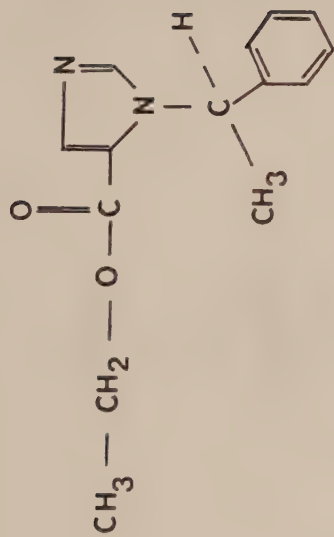


Abb. 4 Pancuronium



R - (+)

Abb.5· Etomidate

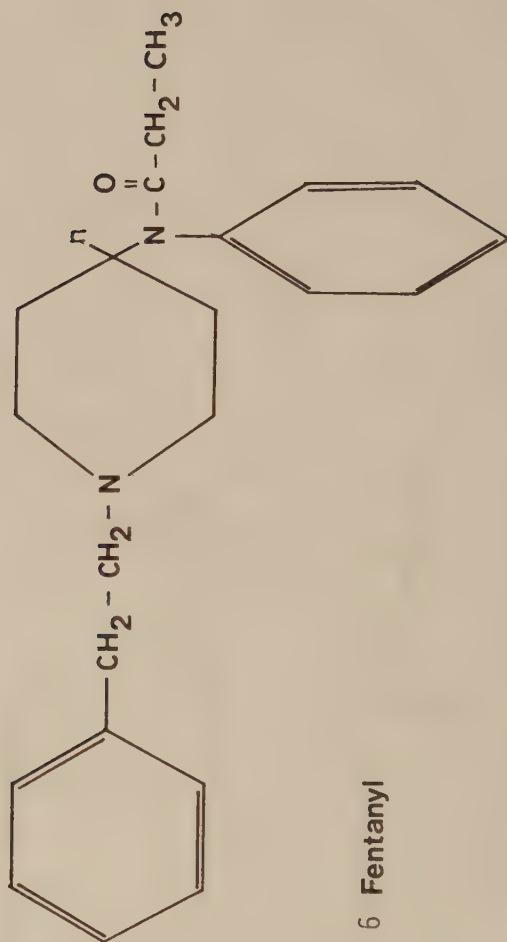
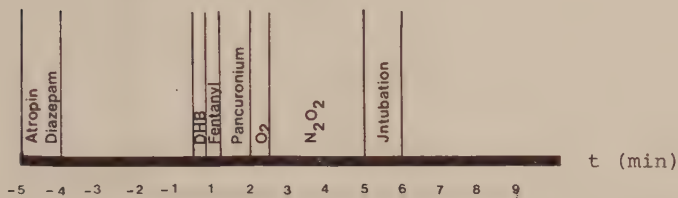


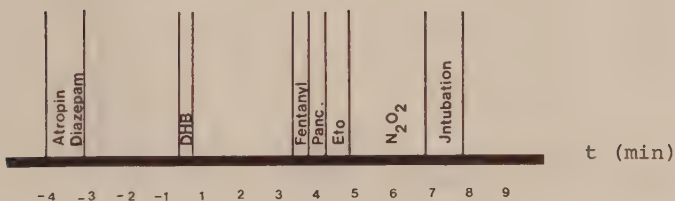
Abb. 6 Fentanyl

Abb. 7 Einleitungsphase der Neuroleptanalgesie

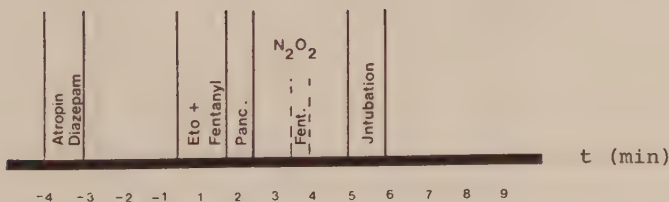
Kollektiv A (klass. NLA)



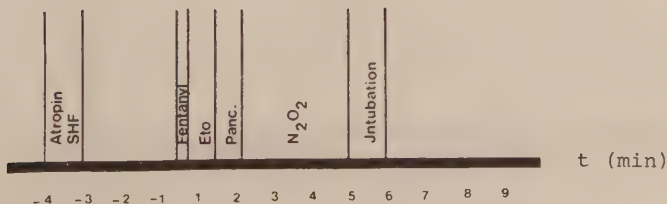
Koll. B

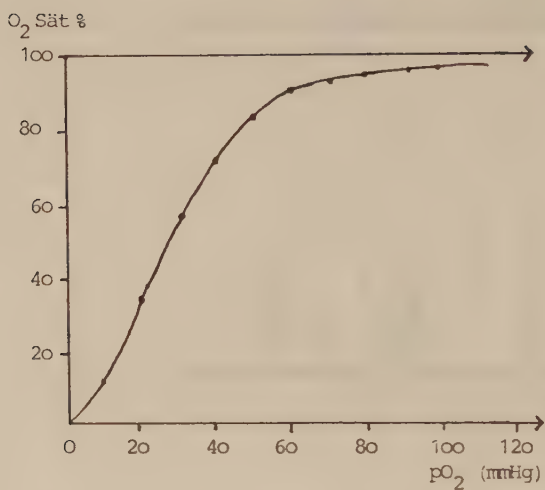


Koll. C



Koll. D





pO_2 mmHg	O_2 Sät %
10	13,5
20	35,5
30	57,5
40	75,5
50	83,5
60	89,5
70	92,7
80	94,5
90	96,5
100	97,5

Abb. 8 : O_2 -Hb-Dissoziationskurve
bei $pH = 7,40$; Temperatur $38^\circ C$
und Werte-Tabelle

Abb. 9 Altersverteilung

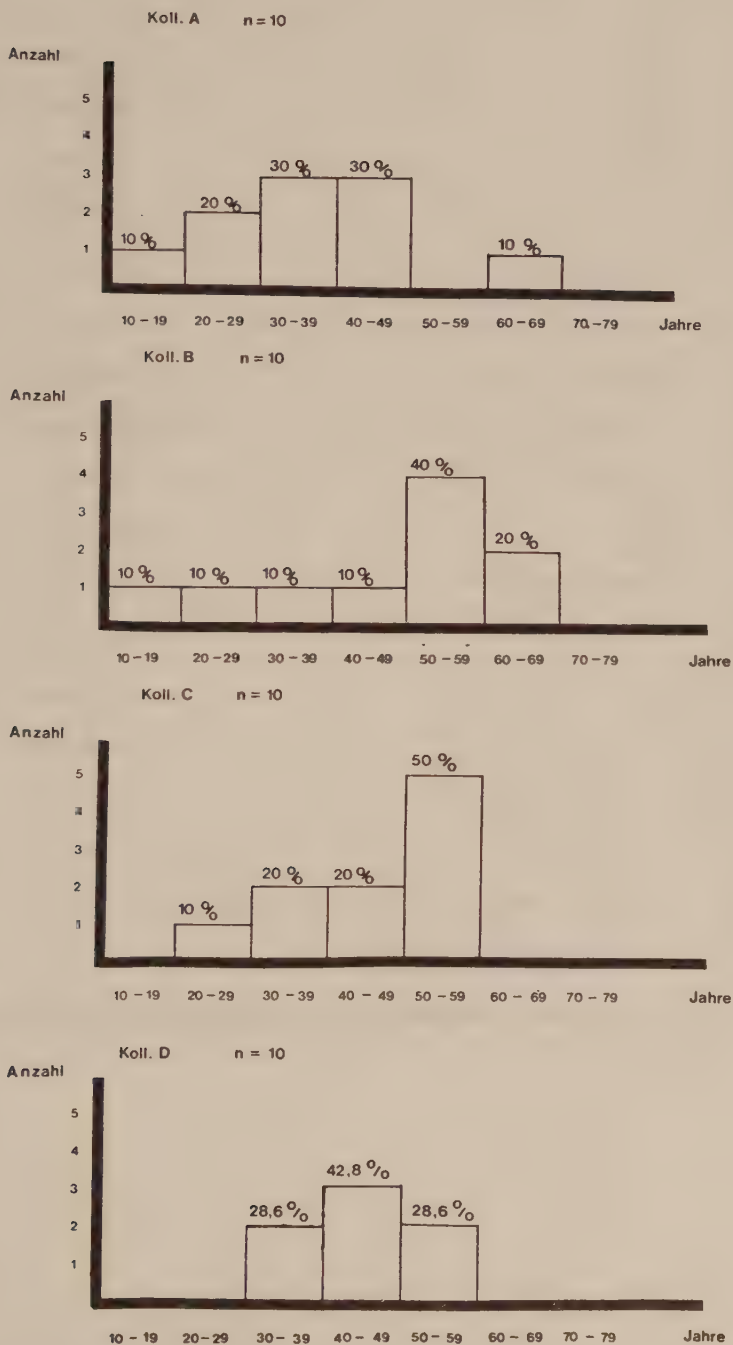


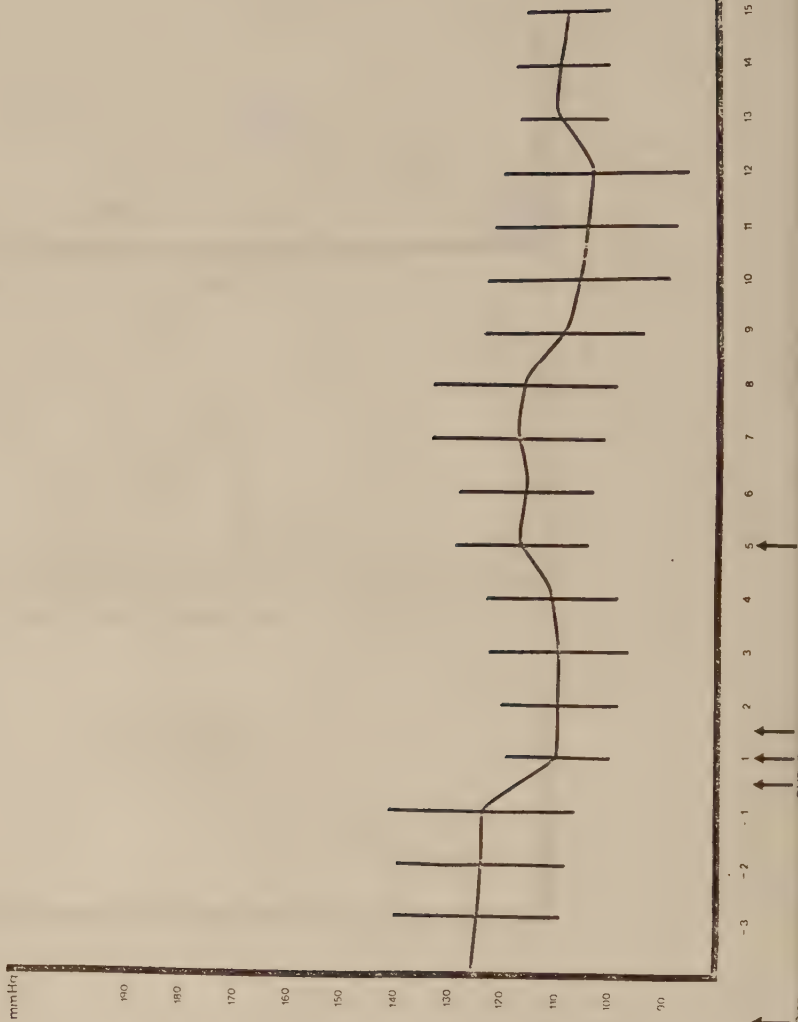
Abb. 10 SYSTOLISCHER BLUTDRUCK

Kollektiv A (n = 10)

DHB 0,3 mg/kg KG

Print 0,5 mg

Panc 4 6 mg



Kollektiv B (n = 10) : DHB 0.15 mg/kg KG

Fent. 0.5 mg

Punc. 4-6 mg

Eto 7-10 mg

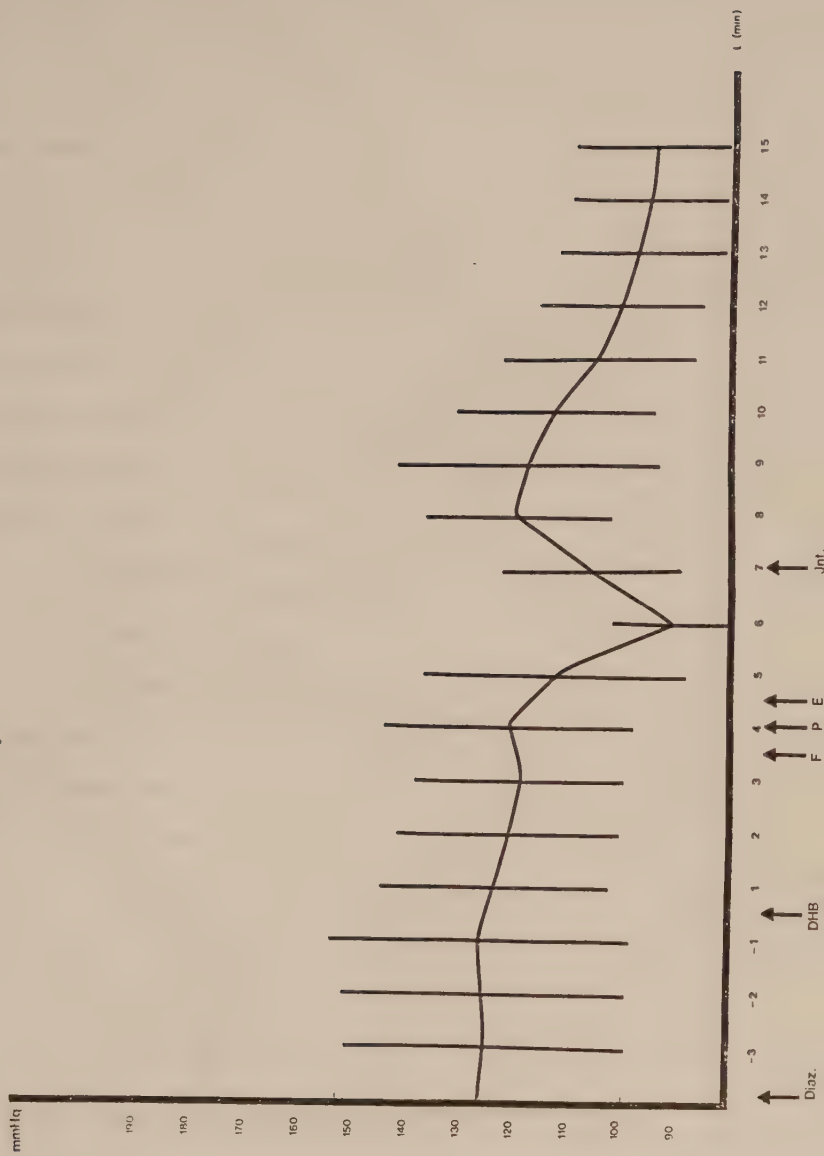
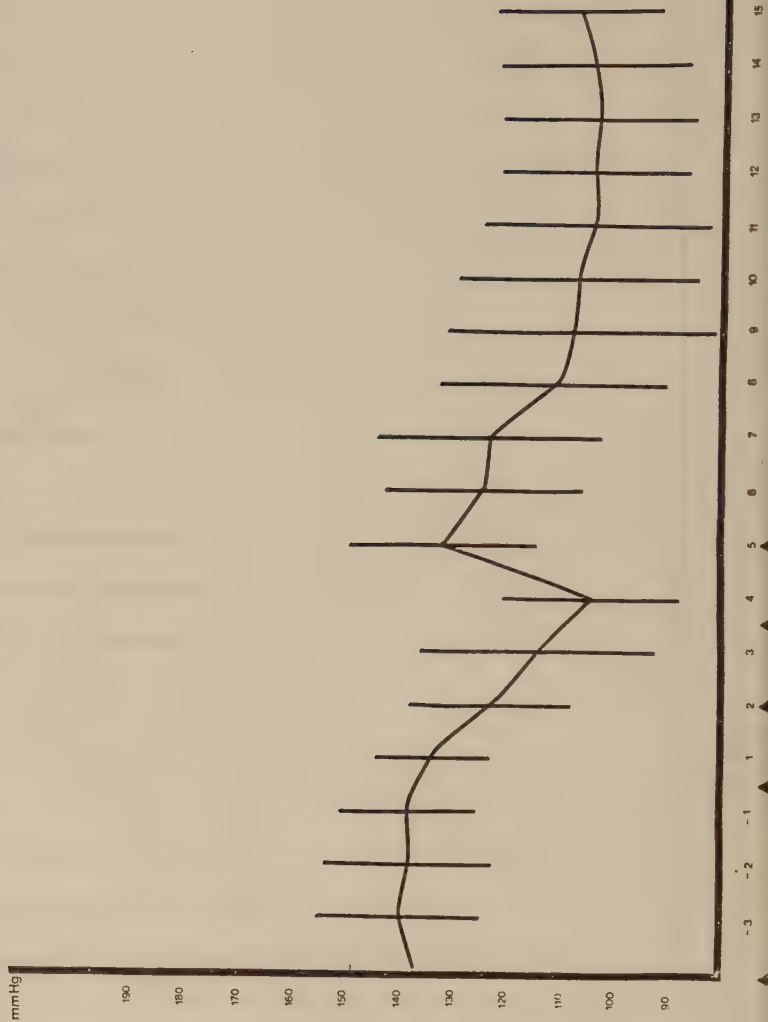


Abb. 12 SYSTOLISCHER BLUTDRUCK

Kollektiv C (n = 10) Elo 0,25 mg/kg KG +
 Fentl. 0,15 mg
 Panc. 4-6 mg
 Fentl. 0,25 mg



Kolektiv D (n = 7) Eto 0.25mg/kg KG
 Fantl 0,1 mg
 panc. 6-8 mg

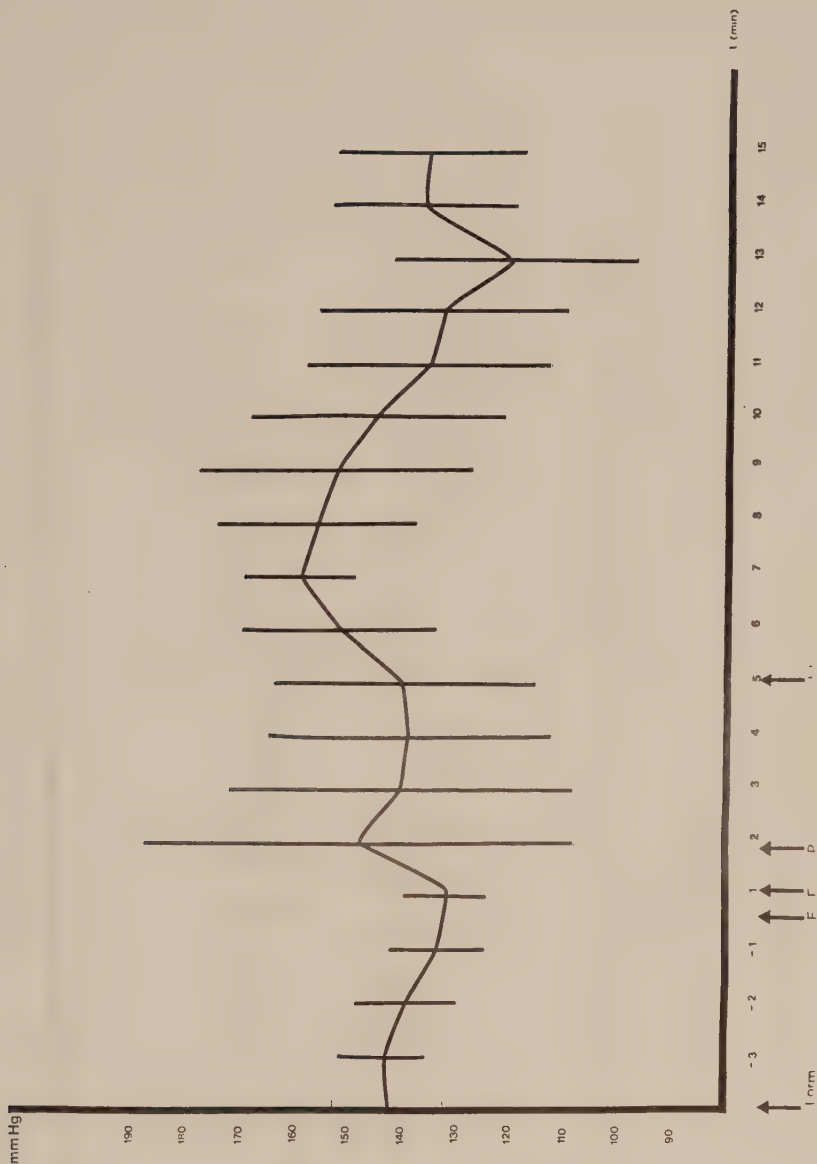
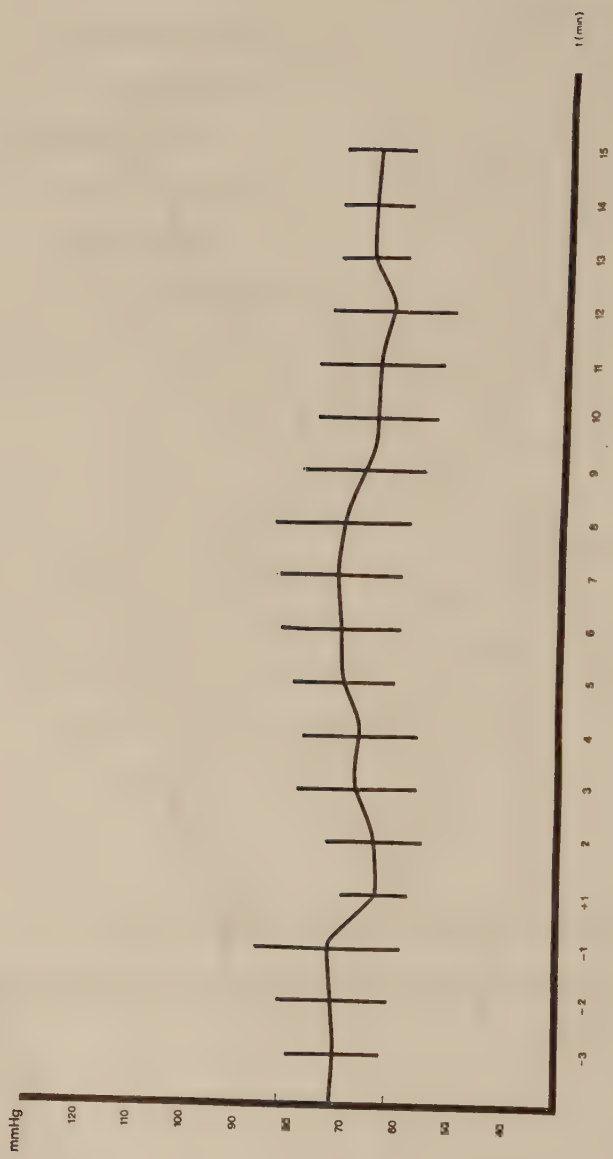


Abb. 14 DIASTOLISCHER BLUTDRUCK

Kollektiv A (n = 10) : DHB 0,3 mg/kg KG
Fentl. 0,5 mg
Panc. 4-6 mg



DIASTOLISCHER BLUTDRUCK

Kollektiv B (n = 10) : DHB 0,15 mg/kg KG

Fent. 0,5 mg

Panc. 4-6 mg

Eto 7-10 mg

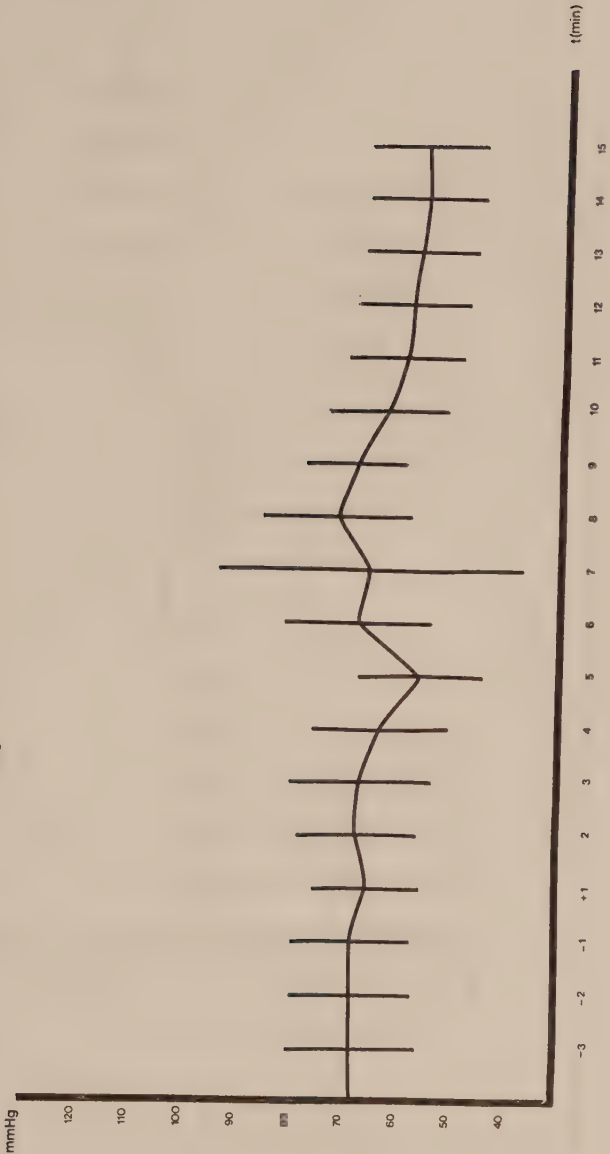


Abb. 16 DIASTOLISCHER BLUTDRUCK

Kollektiv C (n = 10) Eto 0.25 mg/kg KG +

Fentl. 0.15 mg

Panc. 4-6 mg

Fentl. 0.25 mg

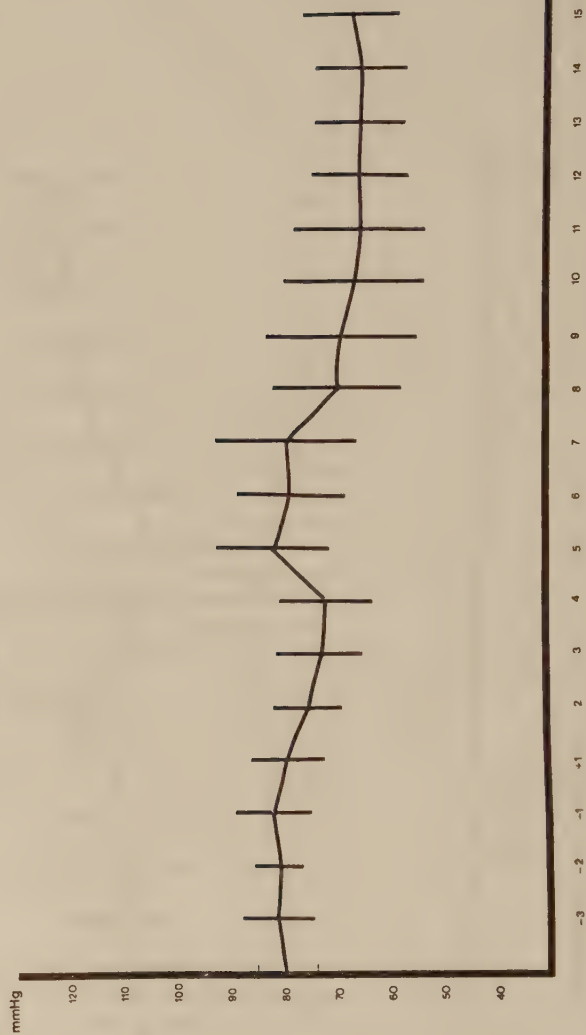


Abb. 17 DIASTOLISCHER BLUTDRUCK

Kollektiv D (n = 7) Eto 0,25 mg/kg KG
 Fent. 0,1 mg
 Panc. 6-8 mg

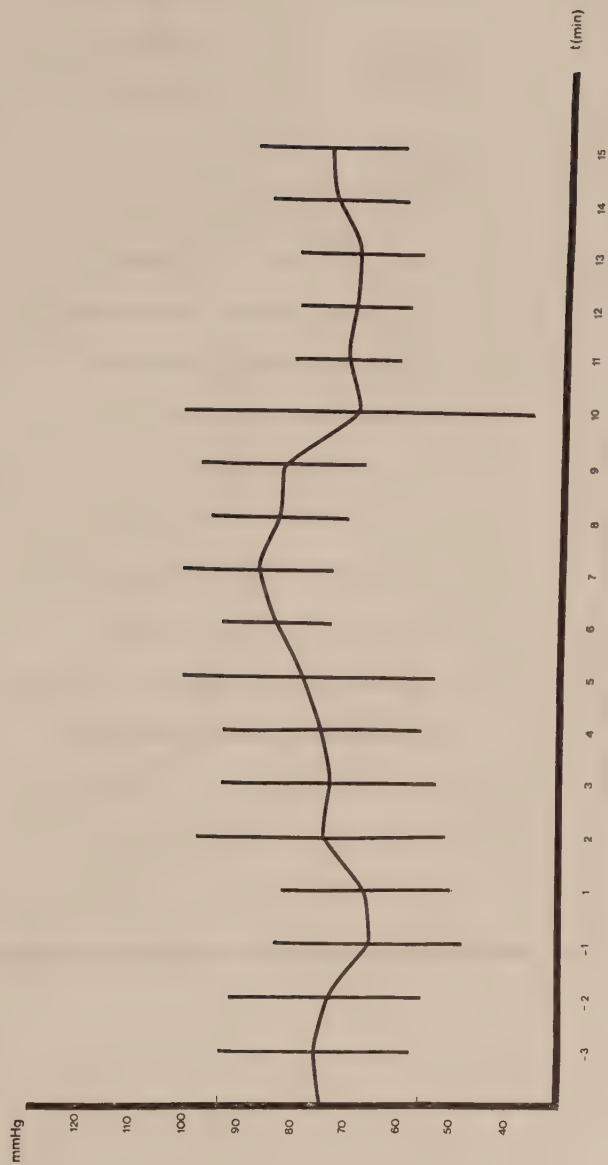
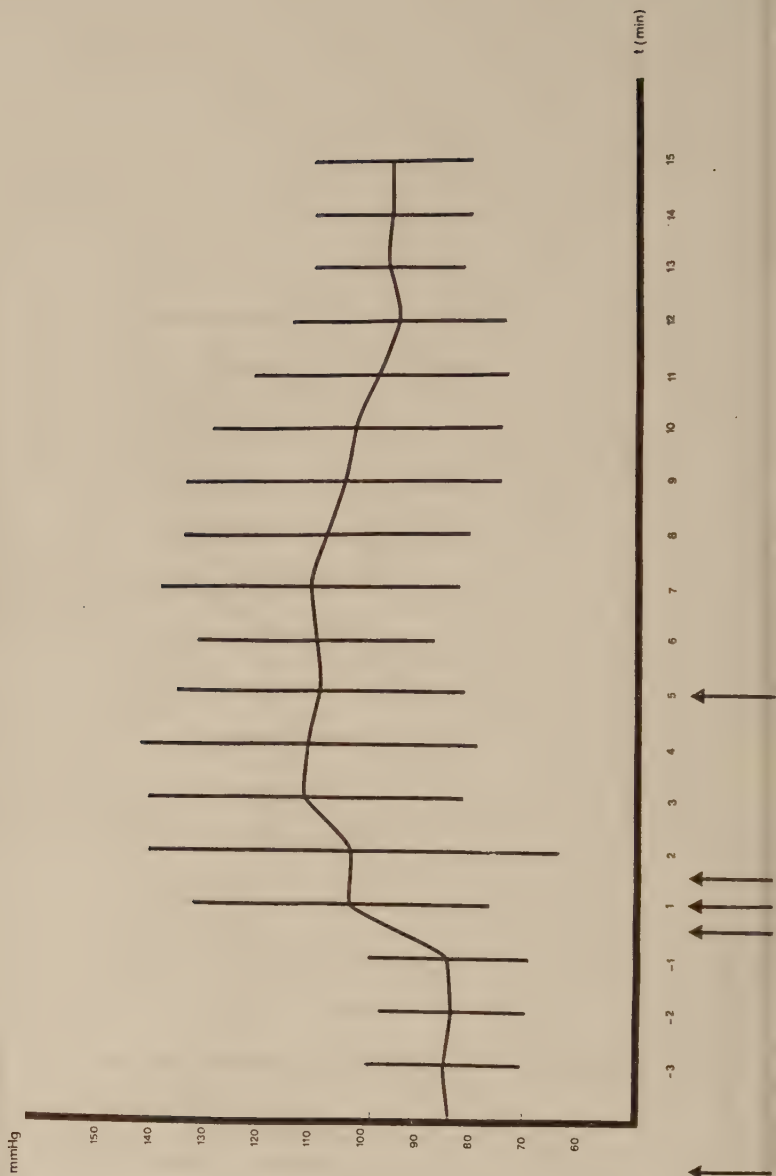


Abb. 18 HERZFREQUENZ

Kollektiv A (n=10)
 DHB 0,3 mg/kg KG
 Fenfl. 0,5 mg
 Panc. 4-6 mg



Kollektiv B (n=10) DHB 0,15 mg/kg KG
Fent. 0,5 mg
Panc. 4-6 mg
Eto 7-10mg

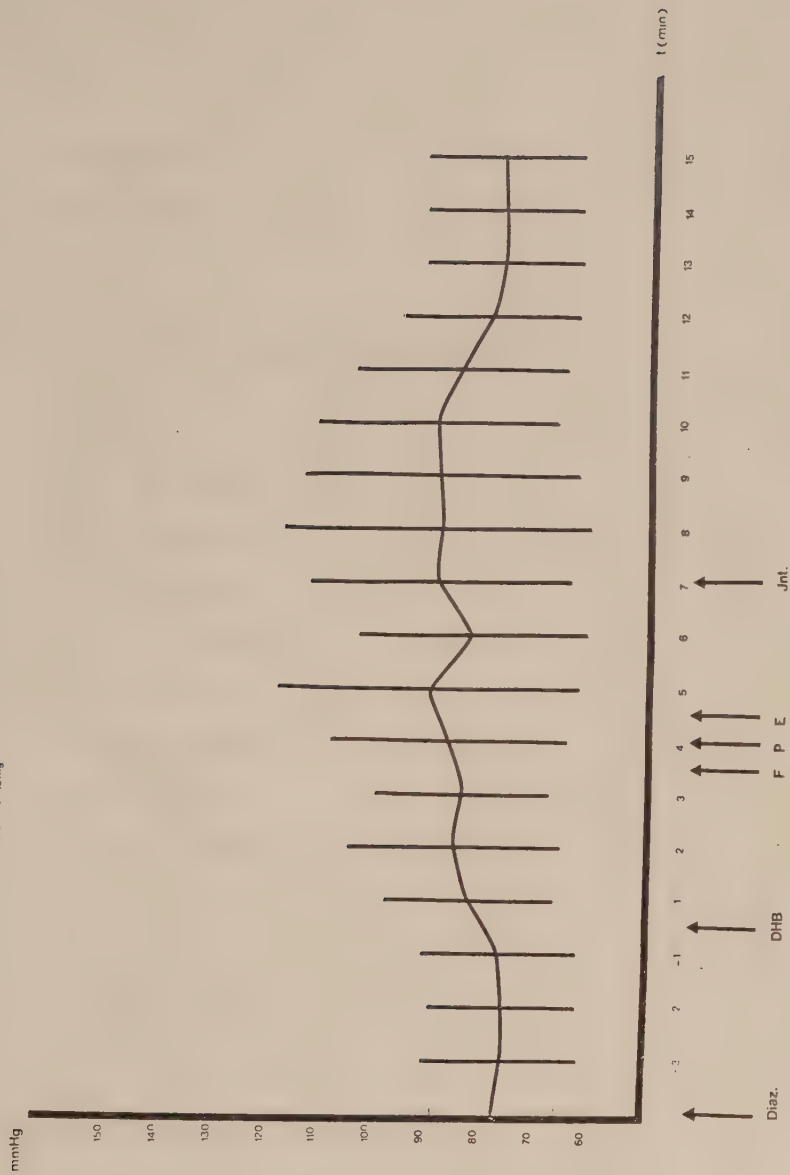


Abb. 20 HERZFREQUENZ

Kollektiv C (n = 10)
 Eto 0,25 mg/kg KG +
 Fent. 0,15 mg
 Punc. 4-6 mg
 Fent. 0,25mg

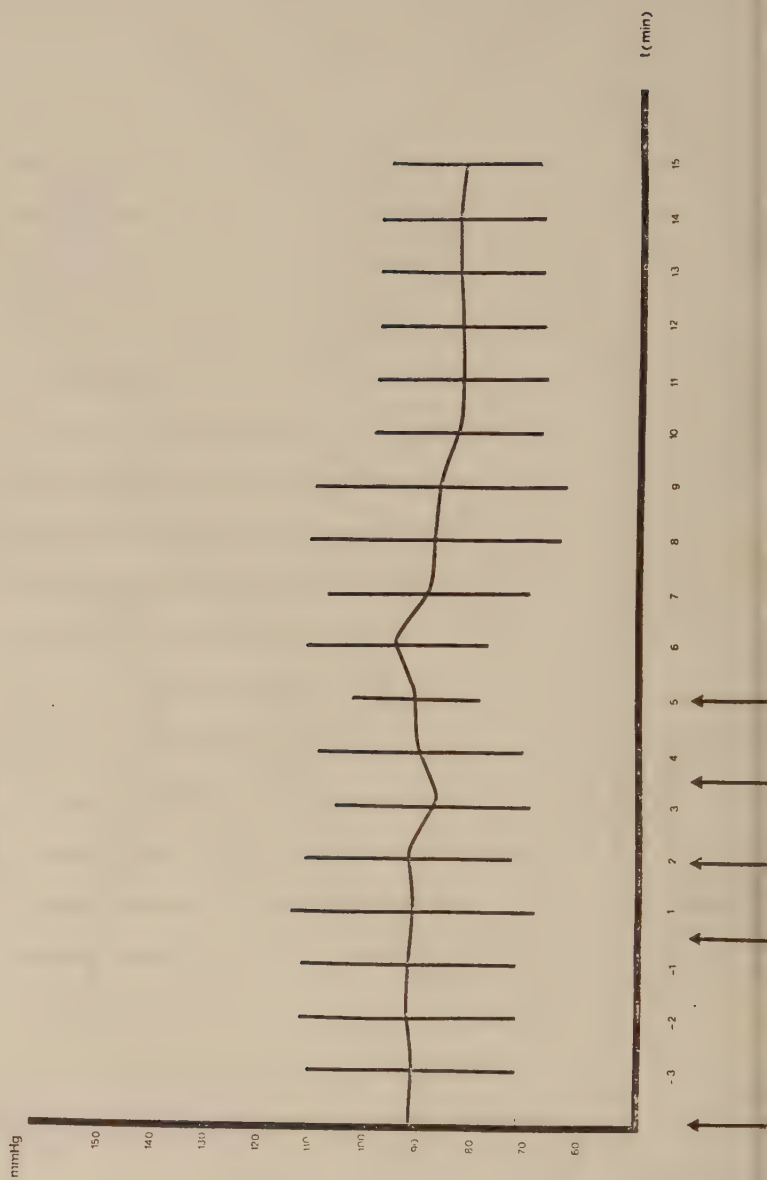


Abb. 21 HERZFREQUENZ

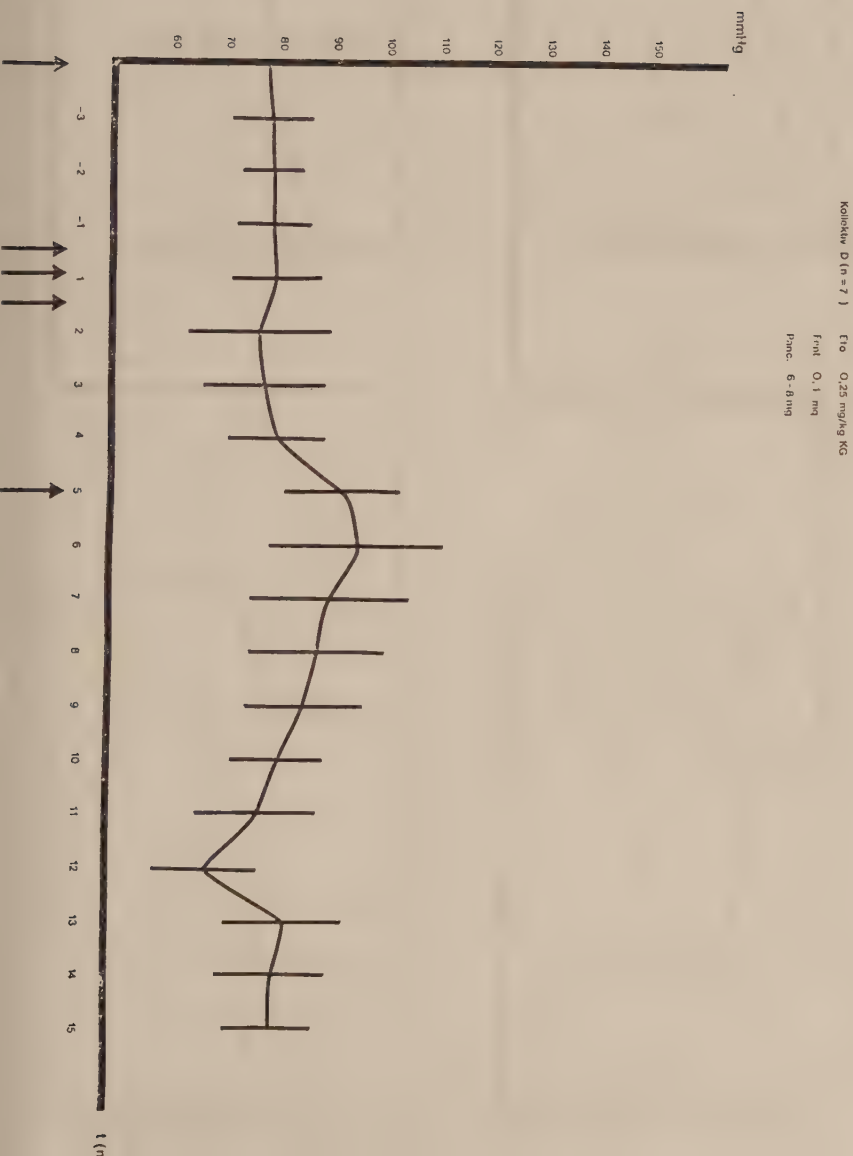


Abb. 22 pO_2 Mittelwerte mit Standardabweichung

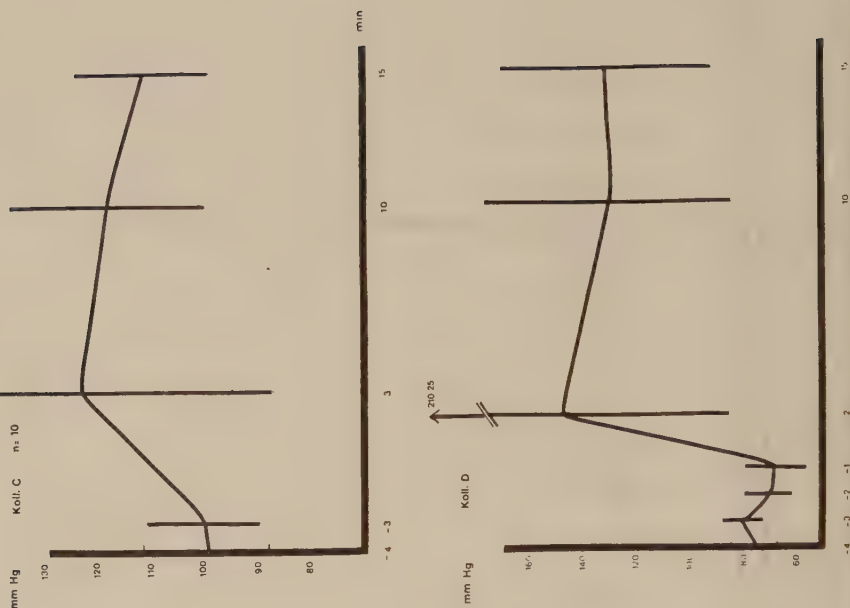
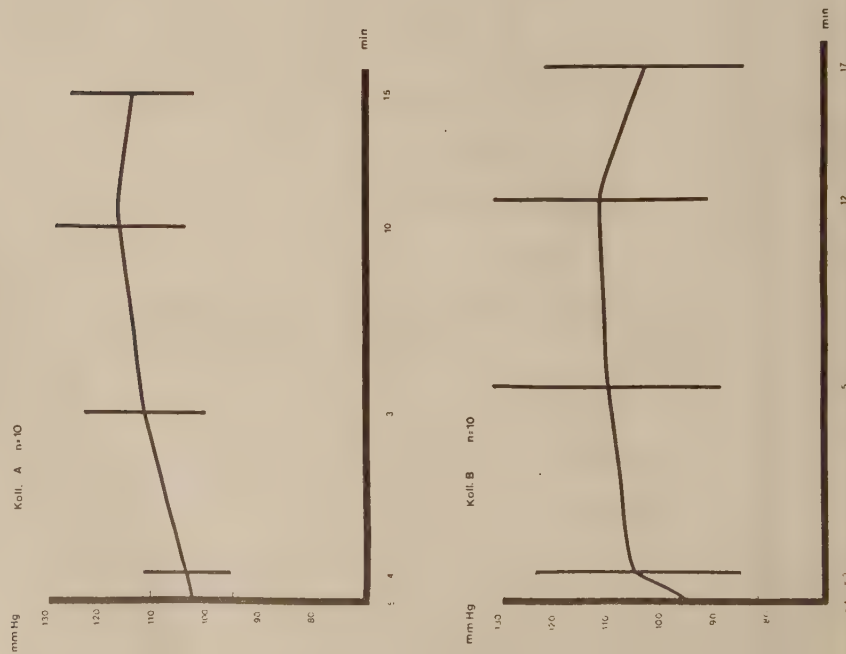
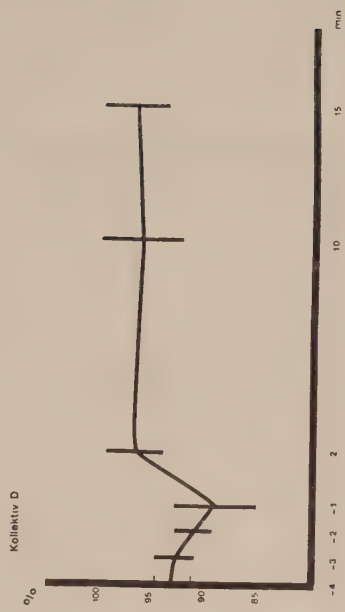
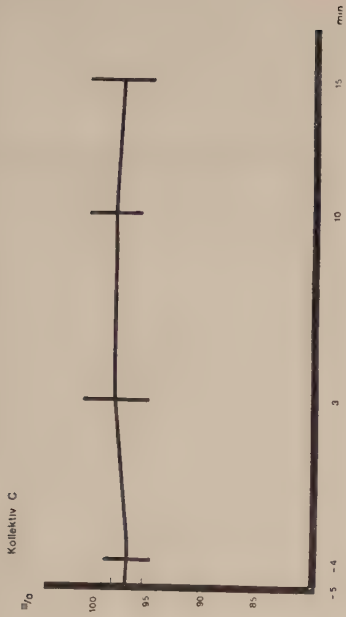
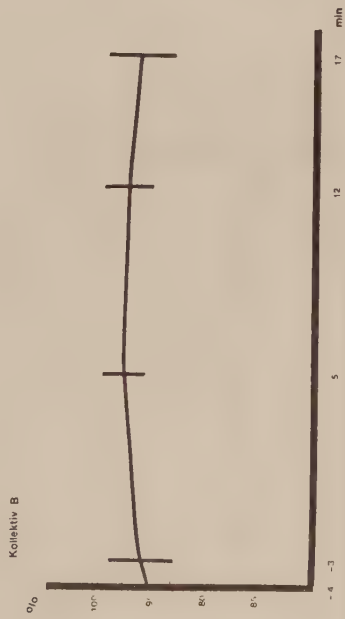
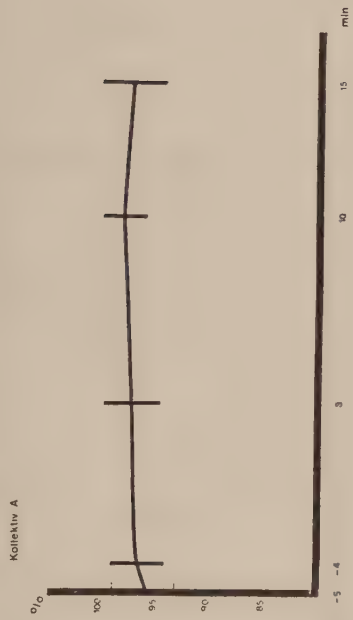
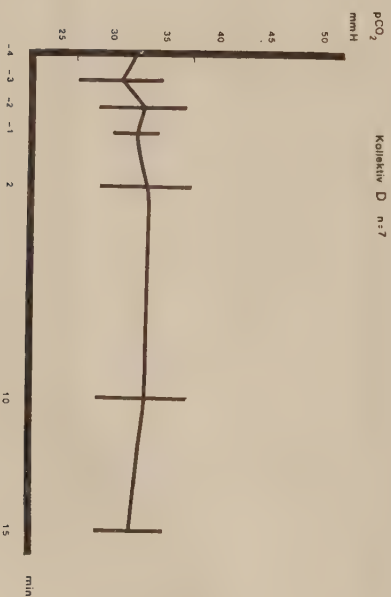
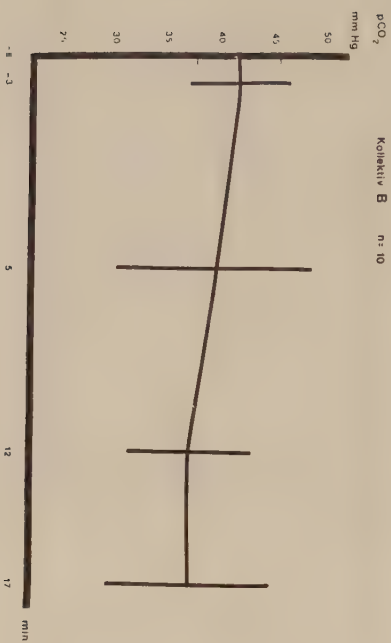
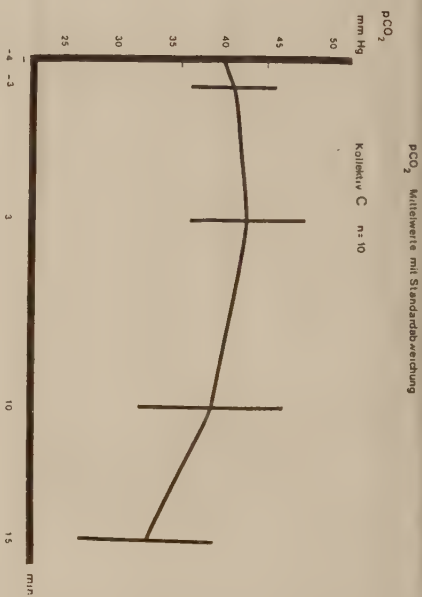
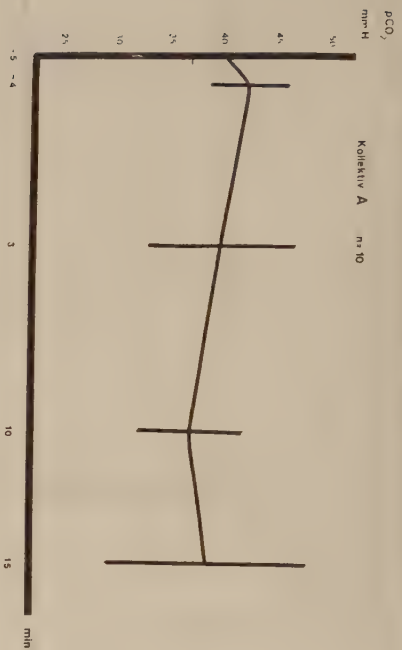


Abb. 23 O₂ Sättigung Mittelwerte mit Standardabweichung





Entnahmezeiten der Blutgase:

1) Kollektiv A-C

- 0 = Leerwert
- 1 = 1 Minute nach Injektion des Diazepam
- 2 = 2 Minuten vor der Intubation
- 3 = 5 Minuten nach der Intubation
- 4 = 10 Minuten nach der Intubation

2) Kollektiv D

- 1 = 1 Minute nach der Injektion von Lormetazepam
- 2 = 2 Minuten nach der Injektion von Lormetazepam
- 3 = 3 Minuten nach der Injektion von Lormetazepam
- 4 = 2 Minuten nach der Einleitung
- 5 = 5 Minuten nach der Intubation
- 6 = 10 Minuten nach der Intubation

Tabelle 2

Werte des systolischen Blutdrucks (mmHg) mit Mittelwert und Standardabweichung
Kollektiv A (klass. NLA), n=10

Patienten- nummer	Steady state	-3	-2	-1	+1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	143	143	143	143	110	100	97	93	100	103	83	80	70	67	64	60	A l u p e n t		
2	122	117	127	120	113	110	104	100	114	117	124	114	107	97	100	93	97	94	94
3	135	127	117	137	114	110	110	110	107	104	104	100	97	97	97	97	97	97	97
4	150	150	150	153	103	117	133	127	140	133	110	127	114	100	93	100	110	117	110
5	116	110	110	117	100	110	107	110	107	110	133	143	113	117	120	110	117	113	110
6	110	113	107	110	107	93	86	96	107	110	117	113	120	120	117	117	117	117	117
7	117	110	124	107	100	100	110	107	120	110	117	120	117	110	107	107	107	107	107
8	110	113	110	100	103	110	103	107	110	103	117	117	113	107	117	117	107	107	107
9	135	143	136	133	133	133	124	124	127	120	117	110	110	107	103	103	103	103	103
10	108	113	106	110	107	103	113	127	127	140	143	130	120	130	120	117	117	117	117

$\bar{x}$ 124,6 123,9 123,0 123,0 109,0 108,6 108,7 110,1 115,9 115,0 116,5 115,4 108,1 105,2 103,8 102,1 108,0 108,0 106,0 106,0

s 15,06 15,67 15,76 17,52 9,78 11,04 13,15 12,37 12,35 12,75 16,17 17,19 15,0 17,07 17,15 17,12 8,03 8,75 7,93 7,93

Tabelle 3

Werte des systolischen Blutdrucks (mmHg) mit Mittelwert und Standardabweichung
Kollektiv B (n=10)

Patienten- nummer	steady state	-3	-2	-1	+1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	96	100	93	93	103	96	96	100	100	67	107	100	96	86	77	74	77	77	77
2	114	110	117	117	110	110	107	110	107	86	110	140	143	136	130	107	103	100	99
3	109	107	110	110	113	110	107	110	103	93	80	83	80	100	100	96	90	83	80
4	107	107	110	113	110	110	110	110	107	83	90	127	117	110	110	107	100	100	100
5	186	186	183	193	156	160	167	167	157	157	Herzstillstand								
6	157	156	160	153	167	157	136	174	160	100	93	127	130	133	124	124	124	124	124
7	127	124	127	124	117	110	117	117	100	107	107	130	160	130	120	117	110	107	103
8	123	120	117	124	127	117	117	114	100	100	133	120	103	90	86	103	107	100	103
9	124	120	124	127	124	120	114	100	93	83	124	130	127	127	110	93	86	83	83
10	112	117	110	107	107	117	117	107	97	93	110	120	107	100	90	86	83	83	83

$\bar{x}$ 125,5 124,7 125,1 126,1 123,4 120,7 118,8 120,9 112,4 90,22 106,0 119,7 118,1 113,1 105,2 100,78 97,78 95,90 94,4

s 26,80 26,45 26,71 28,25 21,53 20,97 19,80 26,73 24,67 11,99 16,54 17,56 24,72 18,63 15,22 15,43 15,01 15,06 15,1

Tabelle 4

Werte des systolischen Blutdrucks (mmHg) mit Mittelwert und Standardabweichung
 Kollektiv C (n=10)

Patienten- nummer	steady state	-3	-2	-1	+1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	145	143	150	143	127	143	143	117	150	124	120	110	90	93	86	100	103	110	110
2	120	117	120	120	117	117	120	117	143	127	124	120	120	120	120	120	120	120	120
3	127	127	130	130	127	130	133	100	133	127	130	124	120	117	117	117	117	117	117
4	135	140	136	146	143	93	77	77	117	100	86	77	74	70	67	70	70	70	70
5	140	143	136	140	127	107	77	90	117	114	117	110	103	107	107	107	107	107	107
6	136	140	136	133	133	110	110	107	120	153	170	153	160	156	143	130	127	127	127
7	162	177	177	163	153	127	107	100	133	133	117	83	86	93	100	100	100	100	100
8	131	133	133	130	133	133	120	103	127	120	130	120	117	110	110	110	110	110	110
9	130	136	127	127	130	133	120	93	110	96	110	107	103	100	86	83	77	80	107
10	143	143	133	150	146	133	130	136	167	150	130	110	103	100	100	100	100	100	100

$\bar{x}$	136,9	139,9	137,8	138,2	133,6	122,6	113,7	104,0	131,7	124,4	123,4	111,4	107,6	106,6	103,6	103,7	103,1	104,1	106,8
s	11,61	15,49	15,76	12,73	10,74	15,36	22,03	16,50	17,56	18,53	21,01	21,22	23,83	22,45	21,18	17,61	17,98	17,63	15,47

Tabelle 5

Werte des systolischen Blutdrucks (mmHg) mit Mittelwert und Standardabweichung
Kollektiv D (n=7)

Patienten- nummer	steady state	-3	-2	-1	+1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	140	145	134	125	121	114	100	95	95	130	146	131	120	116	108	116	120	118	116	
2	135	140	130	125	125	235	205	185	178	175	175	173	168	162	156	151	145	145	148	
3	140	147	142	138	135	133	135	132	140	180	156	157	157	146	130	127	130	127	127	
4	153	150	151	138	132	125	128	140	142	146	171	184	198	187	173	175	174	170	166	
5	130	132	138	135	135	140	145	142	148	150	160	160	151	140	132	125	130	135	135	
6	140	135	128	125	130	150	135	140	170	170	158	140	135	125	114	107	111	135	135	
7	160	155	152	148	145	140	135	140	138	155	150	148	140	140	135	128	125	125	120	
$\bar{x}$		142,5	143,4	139,3	133,4	131,9	148,1	140,4	139,1	140,1	152,2	159,4	156,1	152,7	145,1	135,4	132,7	119,3	136,4	135,3
s		10,39	8,22	9,57	8,85	7,76	40,0	31,8	26,18	24,29	17,93	10,49	18,42	25,34	23,61	22,69	23,01	22,52	17,15	17,22

Tabelle 6

Werte des diastolischen Blutdrucks (mmHg) mit Mittelwert und Standardabweichung
 Kollektiv A (klass. NLA, n=10)

Patienten- nummer	steady state	-3	-2	-1	+1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	67	67	67	67	60	50	50	47	53	53	50	47	40	40	37	34	A l u p e n t		
2	74	67	80	67	60	64	60	60	67	67	74	67	64	60	60	57	60	60	57
3	86	80	84	93	74	74	74	74	70	67	67	64	64	64	64	64	64	64	64
4	93	90	93	100	60	67	90	83	90	86	77	83	80	67	67	67	74	77	74
5	73	70	70	77	60	70	70	70	67	74	86	93	74	77	77	70	74	70	70
6	67	70	67	70	67	57	57	60	70	74	77	70	74	74	74	74	74	74	74
7	66	63	67	60	64	67	77	64	77	77	70	74	70	67	63	60	60	60	60
8	64	67	64	60	60	70	64	64	70	63	70	70	67	64	74	70	63	63	63
9	70	80	70	74	77	77	70	74	67	64	60	63	63	60	60	60	60	60	60
10	62	64	60	63	64	53	70	80	77	90	90	83	80	80	74	70	70	70	70
$\bar{x}$	72,2	71,8	72,2	73,1	64,6	64,9	68,2	67,6	70,8	71,5	72,1	71,4	67,6	65,3	65,0	62,6	66,56	66,4	65,78
s	9,98	8,69	10,22	13,60	6,28	8,92	11,24	10,77	9,47	11,09	11,71	12,85	11,57	11,23	11,69	11,44	6,39	6,48	6,38

Tabelle 7

Werte des diastolischen Blutdrucks (mmHg) mit Mittelwert und Standardabweichung
Kollektiv B (n=10)

Patienten- nummer	steady state	-3	-2	-1	+1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	57	50	53	60	53	60	60	60	50	77	67	64	60	50	50	50	50	50	50
2	67	70	74	70	67	67	67	57	70	93	96	90	83	74	64	60	57	57	57
3	57	57	57	60	60	57	60	53	50	43	43	53	67	57	53	50	47	43	43
4	63	64	64	64	60	63	60	60	57	57	77	67	64	64	63	60	60	60	60
5	83	83	86	67	70	77	80	80	33	Herzstillstand									
6	86	90	86	97	90	96	100	93	70	67	83	80	83	80	80	80	80	80	80
7	67	70	67	67	67	67	70	67	67	64	83	96	77	77	74	67	67	64	64
8	63	60	64	67	60	60	60	57	57	74	67	63	60	57	57	67	60	57	57
9	74	74	74	74	67	67	56	56	50	74	74	70	70	64	53	50	50	50	50
10	64	64	60	60	67	67	64	67	63	67	77	70	60	50	50	50	50	50	50

$\bar{x}$ 68,1 68,2 68,5 68,6 66,1 68,1 67,7 64,0 56,5 68,4 66,3 72,56 69,3 63,67 60,40 59,30 57,89 56,78 56,78

s 9,97 11,99 11,36 11,0 9,85 11,27 13,28 12,78 11,53 13,88 28,63 13,96 9,54 11,26 10,76 10,57 10,53 10,78 10,78

Tabelle 8

Werte des diastolischen Blutdrucks (mmHg) mit Mittelwert und Standardabweichung
kollektiv C (n=10)

Patienten- nummer	steady state	-3	-2	-1	+1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	79	77	80	77	74	77	80	70	90	74	77	67	57	60	57	67	67	67	67
2	70	67	74	74	67	67	70	74	97	80	77	74	74	74	74	74	74	74	74
3	74	74	74	77	74	74	77	60	77	74	77	70	67	60	60	60	60	60	60
4	80	83	83	86	83	67	57	57	74	67	60	50	53	50	47	50	50	50	50
5	90	90	86	90	83	70	63	74	77	80	80	77	74	74	74	74	74	74	74
6	83	86	83	83	90	70	67	67	77	100	110	93	103	96	90	80	77	77	77
7	77	83	83	77	74	80	77	83	74	74	67	53	57	57	60	60	60	60	60
8	83	86	86	80	80	80	77	67	83	83	86	77	74	70	70	70	70	70	70
9	80	83	77	77	80	86	77	60	67	64	74	67	67	63	60	60	60	60	60
10	83	83	80	96	86	80	83	86	100	86	80	67	63	60	60	60	60	60	60
$\bar{x}$	79,9	81,2	80,6	81,7	79,1	75,1	72,8	71,6	81,6	78,2	78,8	69,5	68,9	66,4	65,2	65,5	65,2	65,2	66,9
s	5,51	6,73	4,43	7,02	6,85	6,49	8,26	8,66	10,75	10,25	13,14	12,28	14,22	12,89	12,02	9,06	8,56	8,56	9,09

Tabelle 9

Werte des diastolischen Blutdrucks (mmHg) mit Mittelwerten und Standardabweichung
kollektiv D (n=7)

Patienten- nummer	steady state	-3	-2	-1	+1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	65	76	70	56	53	40	40	45	45	70	64	63	60	56	52	60	63	60	60
2	57	60	54	54	58	102	90	90	100	100	100	90	87	87	83	83	80	80	86
3	110	110	107	104	100	100	100	100	110	91	83	80	80	80	77	79	80	80	80
4	64	64	61	56	56	65	68	70	71	77	91	100	110	100	80	80	80	80	85
5	70	70	74	70	70	65	68	66	68	74	90	90	87	78	70	67	70	83	83
6	90	87	85	60	64	90	85	87	90	90	105	90	85	80	68	60	60	80	80
7	65	61	60	58	60	57	60	64	64	75	75	70	70	70	67	60	50	50	50
$\bar{x}$	74,43	75,43	73,0	65,43	65,86	74,14	73,0	74,57	78,29	83,14	86,86	83,29	82,71	68,71	71,0	69,86	69,0	73,29	74,86
s	18,79	17,96	18,18	17,80	16,05	23,53	20,29	18,80	22,68	10,38	14,18	13,0	15,66	33,0	10,39	10,48	11,85	12,87	14,05

Tabelle 10

Werte der Herzfrequenz pro Minute mit Mittelwert und Standardabweichung
 Kollektiv A (klass. NLA), n=10

Patienten- nummer	steady state	-3	-2	-1	+1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	64	66	66	66	63	60	60	60	70	66	72	70	60	60	60	60	60	96	96
2	90	90	90	84	120	120	120	120	114	114	126	102	96	96	96	96	96	84	96
3	92	96	96	84	96	100	90	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84
4	108	108	108	108	156	168	156	168	156	144	168	160	168	156	144	132	120	120	120
5	90	90	90	90	96	126	144	120	126	120	120	120	132	132	126	120	120	120	120
6	78	78	78	78	90	90	90	90	90	100	100	100	96	96	90	90	90	90	90
7	96	96	84	108	120	120	120	120	120	120	108	100	96	84	84	84	84	84	84
8	72	72	72	72	72	84	84	84	84	108	96	100	96	96	90	84	84	84	84
9	92	96	90	90	132	126	120	120	108	108	96	96	96	96	96	96	96	96	96
10	66	66	66	66	120	132	132	144	138	132	138	144	120	120	108	96	90	84	84
$\bar{x}$	84,8	85,8	84,0	84,6	104,7	102,6	111,6	111,0	109,0	109,6	110,8	107,6	104,4	102,0	97,8	94,2	96,0	95,33	95,33
s	14,21	14,44	13,56	15,09	27,94	38,43	29,82	31,91	27,12	22,54	28,11	26,95	29,42	27,28	23,50	20,0	14,39	14,83	14,83

Tabelle 11

Werte der Herzfrequenz pro Minute
Kollektiv B (n=10)

Patienten- nummer	steady state	-3	-2	-1	+1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	60	60	60	60	60	72	84	72	72	96	96	78	84	84	74	74	74	74	74
2	92	96	96	96	96	108	96	108	120	96	108	120	132	132	132	108	90	90	90
3	65	60	70	70	60	60	60	60	54	54	54	54	60	66	66	60	60	60	60
4	69	66	72	72	72	72	80	80	84	72	72	84	72	72	72	72	72	72	72
5	84	84	84	84	96	96	100	96	90	72	H e r z s t i l l s t a n d								
6	84	84	84	84	84	108	84	108	108	96	108	84	84	84	84	84	84	84	84
7	68	72	66	66	78	72	72	72	84	78	72	96	96	84	84	84	84	84	84
8	57	60	54	54	60	60	60	54	54	50	60	54	54	72	72	54	50	50	50
9	92	96	90	96	90	96	96	96	96	90	108	90	96	90	84	84	84	84	84
10	84	84	84	84	108	108	108	120	144	120	120	144	120	120	96	96	96	96	96

$\bar{x}$ 77,3 76,2 76,0 76,6 82,4 85,2 84,0 86,6 90,6 82,4 88,67 89,33 88,67 89,33 84,89 79,56 77,11 77,11 77,11 77,11

s 11,44 14,44 13,66 14,45 15,71 19,96 16,44 22,23 28,21 21,39 24,33 28,84 25,77 22,34 19,85 16,82 14,70 14,70 14,70 14,70

Tabelle 12

Werte der Herzfrequenz pro Minute
kollektiv C (n=10)

Patienten- nummer	steady state	-3	-2	-1	·	+1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	96	96	96	108	120	120	120	108	120	96	96	80	80	80	80	80	80	80	80	80
2	70	72	66	66	72	72	72	66	72	90	90	84	78	78	78	78	78	78	78	78
3	84	84	84	84	90	90	90	90	84	84	96	96	90	80	72	72	72	72	72	72
4	96	96	96	90	84	108	96	96	96	84	84	84	78	78	84	84	84	84	84	84
5	108	108	108	108	108	96	96	96	108	96	96	90	90	90	90	90	90	90	90	90
6	120	120	120	120	120	96	96	96	96	108	132	132	144	144	108	96	96	96	96	96
7	72	72	72	72	57	60	60	60	60	66	63	60	54	54	54	51	54	54	54	54
8	62	60	60	66	60	72	60	60	60	84	90	72	72	72	72	72	72	72	72	72
9	116	114	120	114	108	114	108	108	104	104	104	96	96	96	100	108	108	108	108	100
10	96	96	96	96	96	96	96	96	96	104	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96

$\bar{x}$ 92,0 91,8 92,4 92,4 91,5 92,4 87,6 90,2 91,6 94,7 89,0 87,8 86,8 83,4 82,7 83,0 83,0 82,2

s 19,75 19,61 20,24 20,04 23,12 19,43 18,59 19,33 12,68 17,15 19,03 23,45 23,56 15,81 16,03 15,38 15,38 15,38 14,09

Tabelle 13

Werte der Herzfrequenz pro Minute
Kollektiv D (n=7)

Patienten- nummer	steady state	-3	-2	-1	+1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	70	75	80	88	88	84	70	70	75	86	90	86	85	76	74	76	76	76	76
2	85	88	85	88	94	100	96	96	100	100	95	95	88	86	65	76	95	95	92
3	77	76	73	78	78	78	74	74	90	73	64	65	65	68	70	70	70	70	70
4	80	80	80	76	72	60	60	74	90	80	80	90	90	95	98	98	100	96	90
5	75	75	78	78	78	80	84	84	92	110	110	105	100	80	78	75	75	75	75
6	92	90	85	80	80	69	75	75	90	110	90	80	80	77	70	68	80	80	80
7	70	68	68	68	70	66	85	87	110	110	102	95	92	85	85	82	80	76	75
$\bar{x}$	78,43	78,86	79,14	79,43	80,0	76,71	77,71	80,0	92,43	95,57	90,14	88,0	85,71	81,0	77,14	67,86	82,29	81,14	79,71
s	8,02	7,80	5,73	6,97	3,49	13,30	11,70	9,29	10,70	15,75	14,97	12,83	11,03	8,64	11,23	9,97	11,03	10,24	8,26

Tabelle 14

pO_2 -Einzelwerte (mmHg) mit Mittelwert und Standardabweichung
 Kollektiv A (klass. NLA), $n=10$

Abnahmezeit Patienten-Nr.	0	1	2	3	4
1	95	108	112	120	122
2	108	102	112	126	120
3	100	110	120	120	120
4	94	96	90	130	106
5	118	120	130	130	130
6	106	106	110	108	120
7	93,5	100	110	104	98
8	102	104	120	112	104
9	108	90	96	92	96
10	104	100	116	118	120
$\bar{x}$	102,85	103,6	111,6	116,0	113,6
s	7,67	8,21	11,62	12,15	11,58

Tabelle 15

pO₂-Einzelwerte (mmHg) mit Mittelwert und Standardabweichung
 Kollektiv B (n=10)

Abnahmezeit Patienten-Nr.	0	1	2	3	4
1	95	100	102	120	116
2	116	118	144	144	84
3	80	80	80	80	68
4	95	110	120	124	130
5	110	110	125	110	112
6	85	78	84	96	93
7	98	92	106	110	110
8	120	120	130	130	110
9	90	140	90	85	89
10	80	100	122	116	118
$\bar{x}$	96,90	104,8	110,3	111,5	103,0
s	14,29	18,98	21,29	19,96	18,81

Tabelle 16

pO₂ -Einzelwerte (mmHg) mit Mittelwert und Standardabweichung
 Kollektiv C (n=10)

Abnahmezeit Patienten-Nr.	0	1	2	3	4
1	106	110	120	140	130
2	96	90	100	94	94
3	104	104	170	122	112
4	94	94	200	150	120
5	106	112	130	126	98
6	100	120	108	110	110
7	124	92	86	114	109
8	94	92	118	124	122
9	78	90	100	100	96
10	96	100	98	100	122
$\bar{x}$	99,8	100,4	123,0	118,0	111,3
s	11,79	10,66	35,74	18,04	12,35

Tabelle 17

pO₂-Einzelwerte (mmHg) mit Mittelwert und Standardabweichung
 Kollektiv D (n=7)

Abnahmezeit Patienten-Nr.	0	1	2	3	4	5	6
1	81,6	77,5	67,8	59,1	205,9	159,1	155,3
2	84,9	87,1	82,5	-	190,6	173,4	165,0
3	70,6	90,2	60,3	-	82,5	89,6	103,1
4	71,2	67,6	62,5	58,4	78,8	95,3	107,8
5	71,4	77,3	65,1	62,6	80,9	60,7	64,9
6	64,2	79,8	73,1	84,6	190,1	157,4	143,9
7	86,3	81,5	82,3	76,0	203,7	169,9	171,5
$\bar{x}$	75,74	80,14	70,51	68,14	147,50	129,34	130,21
s	8,45	7,35	9,08	11,62	62,75	46,02	39,23

Tabelle 18

O₂-Sättigung in % mit Mittelwert und Standardabweichung
 Kollektiv A (klass. NLA), n=10

Abnahmezeit Patienten-Nr.	0	1	2	3	4
1	98,0	98,0	99,0	99,5	100,0
2	98,5	98,5	100,0	99,5	100,0
3	99,0	99,0	100,0	99,5	100,0
4	96,0	96,0	92,0	100,0	99,5
5	99,0	100,0	100,0	100,0	100,0
6	93,5	93,0	95,5	96,0	98,5
7	90,0	93,0	95,5	94,5	94,5
8	94,0	96,0	96,5	96,5	92,0
9	95,5	97,5	96,5	96,5	94,0
10	97,0	95,0	98,5	99,0	95,5
$\bar{x}$	96,05	96,6	97,35	98,1	97,4
s	2,90	2,42	2,63	2,01	3,08

Tabelle 19

O₂-Sättigung in % mit Mittelwert und Standardabweichung
 Kollektiv B (n=10)

Abnahmezeit Patienten-Nr.	0	1	2	3	4
1	95,5	96,0	99,5	99,2	99,2
2	96,0	96,5	98,0	98,0	94,0
3	95,5	94,5	93,0	94,0	91,0
4	97,5	98,5	99,0	99,5	100,0
5	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
6	91,5	90,0	98,0	95,0	96,0
7	96,5	96,5	97,5	99,5	98,0
8	93,0	92,5	97,0	94,5	94,0
9	95,5	98,5	98,0	97,5	94,0
10	95,5	98,0	98,5	98,5	98,5
$\bar{x}$	95,65	96,1	97,85	97,57	96,47
s	2,30	3,04	1,93	2,26	3,11

Tabelle 20

O₂-Sättigung in % mit Mittelwert und Standardabweichung
 Kollektiv C (n=10)

Abnahmezeit Patienten-Nr.	0	1	2	3	4
1	98,5	99,0	100,0	100,0	100,0
2	94,5	94,5	97,5	93,0	91,0
3	97,5	97,5	100,0	100,0	99,5
4	97,0	98,0	100,0	100,0	100,0
5	99,0	98,0	100,0	100,0	95,5
6	97,0	100,0	100,0	100,0	100,0
7	96,5	92,5	90,0	95,5	95,5
8	99,0	99,0	100,0	100,0	100,0
9	97,0	98,0	100,0	100,0	100,0
10	97,0	97,0	97,0	97,5	99,5
$\bar{x}$	97,3	97,35	98,45	98,60	98,10
s	1,34	2,25	3,18	2,49	3,09

Tabelle 21

O₂-Sättigung in % mit Mittelwert und Standardabweichung
 Kollektiv D (n=7)

Abnahmezeit	0	1	2	3	4	5	6
Patienten-Nr. 1	94,9	93,7	91,5	87,8	99,3	98,8	98,8
2	94,9	94,5	92,3	-	99,1	98,9	98,9
3	90,5	89,6	88,9	-	96,5	93,3	95,2
4	92,8	91,5	90,0	90,0	94,1	96,5	97,3
5	92,8	93,7	91,1	86,3	92,3	88,9	90,5
6	91,5	94,9	94,1	95,6	97,3	98,8	98,6
7	94,5	92,8	90,0	86,5	99,1	98,8	98,8
$\bar{x}$	93,13	92,96	91,13	89,24	96,81	96,29	96,87
s	1,73	1,86	1,73	3,85	2,73	3,86	3,11

Tabelle 22

pH-Einzelwerte mit Mittelwert und Standardabweichung
 Kollektiv A (klass.NLA) n=10

Abnahmezeit Patienten-Nr.	0	1	2	3	4
1	7,35	7,34	7,35	7,41	7,41
2	7,36	7,36	7,35	7,37	7,41
3	7,35	7,36	7,35	7,36	7,38
4	7,37	7,33	7,33	7,37	7,31
5	7,36	7,38	7,38	7,42	7,44
6	7,37	7,38	7,42	7,37	7,39
7	7,42	7,41	7,41	7,40	7,40
8	7,34	7,35	7,32	7,34	7,28
9	7,36	7,38	7,34	7,39	7,26
10	7,42	7,41	7,46	7,49	7,32
$\bar{x}$	7,37	7,37	7,37	7,40	7,36
s	0,03	0,03	0,05	0,04	0,06

Tabelle 23

pH-Einzelwerte mit Mittelwert und Standardabweichung
 Kollektiv B (n=10)

Abnahmezeit Patienten-Nr.	0	1	2	3	4
1	7,34	7,35	7,32	7,29	7,35
2	7,36	7,37	7,42	7,41	7,31
3	7,39	7,35	7,33	7,39	7,31
4	7,34	7,37	7,37	7,37	7,43
5	7,36	7,37	7,37	7,43	7,44
6	7,35	7,34	7,26	7,27	7,34
7	7,41	7,41	7,40	7,44	7,46
8	7,38	7,38	7,36	7,35	7,32
9	7,36	7,33	7,39	7,36	7,30
10	7,35	7,38	7,43	7,42	7,43
$\bar{x}$	7,36	7,37	7,37	7,37	7,37
s	0,02	0,02	0,05	0,06	0,06

Tabelle 24

pH-Einzelwerte mit Mittelwert und Standardabweichung
 Kollektiv C (n=10)

Abnahmezeit Patienten-Nr.	0	1	2	3	4
1	7,35	7,33	7,31	7,42	7,47
2	7,38	7,37	7,33	7,37	7,38
3	7,36	7,36	7,32	7,36	7,43
4	7,41	7,44	7,38	7,46	7,46
5	7,38	7,37	7,31	7,31	7,30
6	7,37	7,39	7,41	7,43	7,47
7	7,43	7,43	7,40	7,41	7,44
8	7,35	7,38	7,42	7,42	7,45
9	7,37	7,39	7,38	7,35	7,42
10	7,38	7,41	7,42	7,45	7,48
$\bar{x}$	7,38	7,39	7,37	7,40	7,43
s	0,03	0,03	0,05	0,05	0,05

Tabelle 25

pH-Einzelwerte mit Mittelwert und Standardabweichung
Kollektiv D (n=7)

Abnahmezeit Patienten-Nr.	1	2	3	4	5	6
0	7,40	7,37	7,34	7,34	7,37	7,36
1	7,36	7,32	-	7,32	7,34	7,36
2	7,28	7,28	-	7,22	7,21	7,22
3	7,39	7,37	7,35	7,37	7,40	7,42
4	7,38	7,38	7,35	7,35	7,37	7,37
5	7,41	7,42	7,42	7,40	7,40	7,40
6	7,32	7,30	7,30	7,30	7,32	7,29
7						
$\bar{x}$	7,36	7,35	7,35	7,33	7,34	7,35
s	0,05	0,05	0,04	0,06	0,07	0,07

Tabelle 26

Aktueller $p\text{CO}_2$ (mmHg) mit Mittelwert und Standardabweichung
 Kollektiv A (klass.NLA) $n=10$

Abnahmezeit Patienten-Nr.	0	1	2	3	4
1	41,8	46,8	40,0	34,0	32,2
2	40,8	43,0	41,5	40,0	29,3
3	42,5	44,2	43,5	41,9	35,2
4	42,5	48,8	51,2	40,5	56,8
5	40,7	40,0	40,0	34,6	29,2
6	43,2	43,8	33,2	45,5	37,5
7	34,5	36,7	32,0	35,3	32,2
8	37,3	38,8	43,0	32,5	43,2
9	46,9	44,0	47,5	40,0	51,2
10	37,6	41,0	29,0	29,8	42,3
$\bar{x}$	40,78	42,71	40,09	37,41	38,97
s	3,53	3,66	6,96	4,88	9,32

Tabelle 27

Aktueller pCO_2 (mmHg) mit Mittelwert und Standardabweichung
 Kollektiv B (n=10)

Abnahmezeit Patienten-Nr.	0	1	2	3	4
1	43,0	42,0	42,1	47,2	36,2
2	46,2	46,5	34,0	34,7	47,2
3	36,1	38,5	43,8	34,6	53,3
4	45,5	41,2	39,1	40,0	30,2
5	43,8	44,2	43,8	37,0	34,3
6	44,8	47,2	62,4	48,2	39,0
7	37,0	38,0	38,0	34,0	30,0
8	38,5	38,3	34,2	36,2	37,4
9	46,2	50,2	35,2	34,5	40,0
10	40,2	35,3	27,8	30,5	28,7
$\bar{x}$	42,13	42,14	40,04	37,69	37,63
s	3,87	4,79	9,32	5,80	7,82

Tabelle 28

Aktueller pCO_2 (mmHg) mit Mittelwert und Standardabweichung
 Kollektiv C (n=10)

Abnahmezeit Patienten-Nr.	0	1	2	3	4
1	39,6	42,9	46,0	31,3	24,8
2	39,2	41,1	45,1	38,2	34,6
3	37,7	41,8	47,8	39,0	28,2
4	42,0	40,2	48,8	38,3	34,8
5	39,0	41,5	45,2	49,2	46,5
6	43,3	44,4	40,0	40,2	36,6
7	41,8	44,0	46,5	46,2	38,5
8	49,1	46,2	37,8	41,0	31,4
9	40,5	40,9	37,2	44,3	31,3
10	34,0	31,5	32,6	26,5	26,6
$\bar{x}$	40,62	41,45	42,70	39,42	33,33
s	3,95	3,96	5,42	6,70	6,38

Tabelle 29

Aktueller pCO_2 (mmHg) mit Mittelwert und Standardabweichung
 Kollektiv D (n=7)

Abnahmezeit Patienten-Nr.	0	1	2	3	4	5	6
1	34,0	31,7	33,2	34,6	32,8	29,8	32,5
2	38,3	39,5	41,3	-	36,3	35,3	33,2
3	34,3	31,0	34,6	-	42,1	40,6	36,4
4	38,3	28,3	31,2	33,0	32,0	28,4	26,0
5	29,4	29,5	31,4	33,2	31,4	36,3	30,9
6	31,3	30,6	27,8	28,9	28,6	30,6	32,1
7	22,3	26,9	32,7	33,4	32,0	30,9	33,3
m	32,56	31,07	33,17	32,62	33,60	33,13	32,06
s	5,60	4,07	4,17	2,17	4,38	4,39	3,16

Tabelle 30

Basenüberschuß in meq/l, Einzelwerte mit Mittelwert und Standardabweichung
 Kollektiv A (klass.NLA) n=10

Abnahmezeit Patienten-Nr.	0	1	2	3	4
1	-2,8	-1,0	-3,5	-2,5	-3,5
2	-2,4	-1,4	-2,8	-2,0	-4,4
3	-2,3	-0,8	-2,0	-2,0	-3,2
4	-0,8	-1,3	+0,8	-1,8	+0,9
5	-2,4	-1,2	-1,3	-1,0	-2,5
6	-0,8	+0,2	-1,3	+0,2	-2,8
7	-1,1	-0,8	-2,9	-2,2	-3,5
8	-5,0	-3,9	-4,2	-4,5	-5,9
9	+0,5	+0,8	-1,0	-0,8	-5,2
10	+0,2	+1,2	-1,2	+0,2	-4,7
$\bar{x}$	-1,69	-0,82	-1,94	-1,64	-3,66
s	1,63	1,41	1,45	1,39	1,45

Tabelle 31

Basenüberschuß in meq/l, Einzelwerte mit Mittelwert und Standardabweichung
 Kollektiv B (n=10)

Abnahmezeit Patienten-Nr.	0	1	2	3	4
1	-2,8	-1,9	-4,4	-4,1	-5,0
2	0	+1,0	-1,8	-1,5	-3,4
3	-2,3	-4,0	-3,4	-3,2	-3,0
4	-2,0	-2,4	-2,4	-2,0	-2,8
5	-1,0	0	-0,2	-0,5	0
6	-2,2	-2,2	-2,1	-6,0	-4,5
7	-0,5	0	-0,8	-0,3	+0,5
8	-2,9	-2,0	-5,1	-5,0	-6,2
9	0	0	-2,9	-5,0	-6,1
10	-3,3	-3,6	-4,0	-3,8	-3,7
$\bar{x}$	-1,70	-1,51	-2,71	-3,08	-3,42
s	1,23	1,68	1,56	2,09	2,27

Tabelle 32

Basenüberschuß in meq/l, Einzelwerte mit Mittelwert und Standardabweichung
 Kollektiv C (n=10)

Abnahmezeit Patienten-Nr.	0	1	2	3	4
1	-4,0	-3,4	-3,6	-3,0	-3,6
2	-1,6	-1,5	-2,8	-2,8	-3,8
3	-3,7	-1,8	-2,0	-3,0	-2,7
4	+1,8	+2,9	+3,0	+3,2	+1,3
5	-1,8	-1,3	-3,8	-2,2	-5,5
6	-0,8	+1,5	+0,8	+2,2	+3,0
7	+3,0	+4,2	+3,2	+3,8	+2,0
8	0	+1,3	+0,4	+2,0	-0,5
9	-1,9	-0,2	-2,7	-1,3	-3,0
10	-4,8	-4,5	-2,0	-3,0	-2,1
$\bar{x}$	-1,38	-0,28	-0,95	-0,41	-1,49
s	2,49	2,75	2,62	2,85	2,81

Tabelle 33

Basenüberschuß in meq/l, Einzelwerte mit Mittelwert und Standardabweichung
 Kollektiv D (n=7)

Abnahmezeit Patienten-Nr.	0	1	2	3	4	5	6
1	-2,8	-5,5	-5,3	-6,0	-7,1	-6,6	-5,6
2	-2,9	-5,7	-5,9	—	-6,9	-6,1	-5,3
3	-9,8	-11,1	-12,2	—	-13,8	-12,2	-12,5
4	-1,0	-6,9	-7,0	-5,8	-5,6	-5,5	-5,7
5	-5,9	-6,2	-5,9	-6,3	-4,2	-3,5	-5,8
6	-3,2	-3,0	-3,3	-3,7	-4,1	-4,5	-3,5
7	-13,0	-12,1	-10,4	-11,4	-11,8	-9,1	-9,3
$\bar{x}$	-5,51	-7,21	-7,14	-6,64	-7,64	-6,79	-6,81
s	4,37	3,24	3,09	2,85	3,76	2,97	3,04

Tabelle 34

Pufferbasen meq/l, Einzelwerte mit Mittelwert und Standardabweichung
 Kollektiv A (klass. NLA) n=10

Abnahmezeit Patienten-Nr.	0	1	2	3	4
1	47,0	46,0	43,9	44,0	43,8
2	46,1	46,1	46,8	45,2	45,7
3	46,5	47,1	48,0	48,0	48,5
4	47,0	48,6	45,9	47,0	48,1
5	48,5	51,0	48,8	48,0	46,1
6	49,5	49,8	51,2	49,7	47,0
7	49,0	48,2	47,9	46,4	47,0
8	47,3	44,2	45,0	41,2	38,8
9	46,8	46,0	48,1	47,3	43,5
10	47,5	47,5	49,0	47,2	46,9
$\bar{x}$	47,52	47,45	47,46	46,40	45,54
s	1,12	2,02	2,13	2,41	2,87

Tabelle 35

Pufferbasen meq/l, Einzelwerte mit Mittelwert und Standardabweichung
 Kollektiv B (n=10)

Abnahmezeit Patienten-Nr.	0	1	2	3	4
1	44,8	40,8	43,5	42,9	44,9
2	48,2	48,1	45,0	49,8	46,2
3	48,5	45,2	46,2	45,0	52,8
4	47,8	46,4	46,1	45,5	46,9
5	46,9	47,0	47,9	48,0	49,5
6	53,6	53,3	47,0	45,0	46,0
7	52,0	51,5	52,9	53,0	55,8
8	48,2	43,5	44,0	43,0	40,0
9	48,2	46,2	45,8	43,8	38,3
10	46,5	44,9	45,5	42,8	44,8
$\bar{x}$	48,47	46,69	46,39	45,88	46,52
s	2,57	3,64	2,63	3,39	5,28

Tabelle 36

Pufferbasen meq/l, Einzelwerte mit Mittelwert und Standardabweichung
 Kollektiv C (n=10)

Abnahmezeit Patienten-Nr.	0	1	2	3	4
1	43,0	43,8	44,2	45,3	44,4
2	49,3	46,3	46,9	46,8	44,2
3	44,5	45,0	45,5	43,1	51,8
4	49,8	48,9	48,9	50,2	48,0
5	47,0	48,5	44,2	45,4	45,8
6	49,2	48,8	48,0	52,2	49,8
7	49,8	49,3	49,0	50,8	49,9
8	50,4	50,0	49,7	48,3	49,8
9	50,3	49,0	47,0	46,5	45,5
10	36,0	37,1	48,0	47,8	45,8
$\bar{x}$	46,93	46,67	47,14	47,64	47,50
s	4,61	3,93	1,96	2,81	2,69

Tabelle 37

Plasmabikarbonat (meq/l), Einzelwerte mit Mittelwert und Standardabweichung
 Kollektiv A (klass. NLA) n=10

Abnahmezeit Patienten-Nr.	0	1	2	3	4
1	22,1	23,4	21,5	22,3	21,5
2	22,3	23,1	22,1	22,5	20,9
3	22,4	23,7	22,6	22,6	21,8
4	23,6	23,2	25,0	22,8	25,0
5	22,3	23,3	23,2	23,5	22,2
6	23,7	24,6	23,3	24,5	22,8
7	23,4	23,7	22,1	22,5	21,6
8	21,0	21,2	21,0	20,5	19,4
9	24,9	25,0	23,5	23,7	20,1
10	24,6	25,5	23,3	24,7	20,7
$\bar{x}$	23,03	23,67	22,76	22,96	21,60
s	1,22	1,19	1,15	1,22	1,56

Tabelle 38

Plasmabikarbonat (meq/l), Einzelwerte mit Mittelwert und Standardabweichung
 Kollektiv B (n=10)

Abnahmezeit Patienten-Nr.	0	1	2	3	4
1	22,0	22,5	20,8	21,0	20,4
2	24,4	25,2	22,7	23,0	21,6
3	22,4	21,1	21,6	21,7	22,1
4	22,6	23,0	22,3	22,5	22,1
5	23,5	24,4	24,0	25,0	24,4
6	22,5	22,5	22,5	19,7	20,8
7	24,0	24,4	23,7	24,7	24,7
8	22,7	22,5	20,2	20,4	19,2
9	24,5	24,5	22,0	20,3	19,1
10	21,7	21,5	21,2	21,3	21,4
$\bar{x}$	23,03	23,16	22,10	21,96	21,58
s	1,00	1,39	1,21	1,82	1,89

Tabelle 39

Plasmabikarbonat (meq/l), Einzelwerte mit Mittelwert und Standardabweichung
 Kollektiv C (n=10)

Abnahmezeit Patienten-Nr.	0	1	2	3	4
1	21,1	21,5	21,4	22,0	21,4
2	22,9	23,0	22,1	22,1	21,2
3	21,4	22,8	22,5	21,8	22,3
4	25,9	26,9	27,0	27,2	25,5
5	22,8	23,1	21,3	22,5	20,8
6	23,7	25,6	25,0	26,3	27,0
7	27,0	28,2	27,2	27,6	26,2
8	24,5	25,5	24,7	26,0	23,8
9	22,7	24,0	22,5	23,2	22,0
10	20,0	20,4	22,6	22,0	22,5
$\bar{x}$	23,20	24,10	23,63	24,07	23,27
s	2,16	2,43	2,20	2,40	2,23

Tabelle 40

Plasmabikarbonat (meq/l), Einzelwerte mit Mittelwert und Standardabweichung
 Kollektiv D (n=7)

Abnahmezeit Patienten-Nr.	0	1	2	3	4	5	6
1	20,8	18,2	18,7	18,5	17,3	17,0	18,3
2	21,7	19,8	20,0	—	18,1	18,6	18,7
3	15,8	14,3	14,1	—	15,7	15,7	14,7
4	23,2	16,4	16,8	14,5	18,2	17,4	16,6
5	17,4	17,2	16,2	17,1	20,5	20,8	17,8
6	20,0	19,8	18,8	18,8	19,0	18,7	19,8
7	11,3	13,5	14,0	15,2	18,4	15,5	15,9
$\bar{x}$	18,60	17,03	16,94	16,82	18,17	17,57	17,40
s	4,09	2,49	2,35	1,93	1,47	1,86	1,76

Tabelle 41

Aktuelles Bikarbonat (meq/l), mit Mittelwert und Standardabweichung
 Kollektiv A (klass. NLA) n=10

Abnahmezeit Patienten-Nr.	0	1	2	3	4
1	22,5	24,7	21,5	21,1	19,9
2	22,5	23,8	22,5	22,5	18,0
3	22,9	24,6	23,6	23,1	20,5
4	24,2	25,5	26,5	23,0	28,1
5	22,6	23,5	23,2	22,0	19,7
6	24,6	25,6	21,2	25,9	22,2
7	22,0	23,0	19,8	21,5	19,5
8	19,7	21,0	21,8	19,3	19,9
9	26,2	25,7	25,3	23,7	22,5
10	24,0	25,8	20,3	22,3	21,3
$\bar{x}$	23,10	24,32	22,57	22,44	21,16
s	1,76	1,53	2,13	1,73	2,78

Tabelle 42

Aktuelles Bikarbonat (meq/l), mit Mittelwert und Standardabweichung
Kollektiv B (n=10)

Abnahmezeit Patienten-Nr.	0	1	2	3	4
1	22,5	22,8	21,0	22,3	19,4
2	25,7	26,5	21,6	21,5	22,4
3	21,4	20,8	22,4	20,5	26,5
4	24,0	23,4	22,0	22,5	19,5
5	24,2	25,0	25,0	24,0	22,7
6	24,3	25,0	27,5	21,7	20,5
7	23,0	23,6	23,0	22,6	20,8
8	22,4	22,0	18,9	19,5	18,7
9	26,0	26,2	21,8	19,3	19,1
10	21,8	20,5	18,0	19,3	18,6
$\bar{x}$	23,53	23,58	22,12	21,29	20,82
s	1,57	2,10	2,73	1,66	2,46

Tabelle 43

Aktuelles Bikarbonat (meg/l), mit Mittelwert und Standardabweichung
 Kollektiv C (n=10)

Abnahmezeit Patienten-Nr.	0	1	2	3	4
1	20,8	22,1	22,5	19,9	17,5
2	22,6	23,4	23,4	21,7	20,1
3	20,9	23,1	24,2	21,5	18,0
4	26,2	27,0	28,5	26,0	24,5
5	22,5	23,5	22,3	24,5	22,3
6	24,5	26,4	25,0	26,5	26,2
7	27,5	29,0	28,5	29,0	26,0
8	26,5	26,8	24,0	26,2	21,5
9	23,0	24,4	21,5	24,0	20,0
10	19,5	19,5	20,7	18,0	19,3
$\bar{x}$	23,40	24,52	24,06	23,73	21,54
s	2,69	2,80	2,67	3,40	3,15

Tabelle 44

Aktuelles Bikarbonat (meq/l), mit Mittelwert und Standardabweichung
 Kollektiv D (n=7)

Abnahmezeit Patienten-Nr.	0	1	2	3	4	5	6
1	22,0	19,7	19,9	19,2	18,7	19,0	19,8
2	21,8	19,7	19,9	—	19,0	19,5	20,1
3	16,6	16,1	16,3	—	15,0	15,2	15,2
4	23,3	18,7	19,3	18,7	19,8	19,8	19,8
5	19,4	19,2	19,6	19,4	20,1	21,2	19,4
6	21,5	21,8	21,5	21,2	20,4	20,7	21,5
7	13,9	13,2	13,9	13,6	16,6	17,0	16,9
$\bar{x}$	19,79	18,34	18,63	18,42	18,51	18,91	18,96
s	3,40	2,83	2,60	2,86	2,00	2,12	2,15

VIII. Anhang

Danksagung

Herrn Professor Dr. A. Doenicke danke ich für die Bereitstellung des Themas und die stets gewährte Unterstützung.

Herrn Dr. E. Wagner und Herrn H. Suttman danke ich herzlich für ihre praktische Hilfe während der Versuche.

IX. Literaturverzeichnis

- 1) De Castro, J., Mundeleer, P.-
Anesthésie sans Barbituriques: La
Neuroleptanalgésie (R 1406, R 1625,
Hydergine, Procaine).
Anesthésie et Analgésie, XVI, 1022 (1959)
- 2) De Castro, J., Mundeleer, P.-
Die Neuroleptanalgesie-Auswahl der Prä-
parate, Bedeutung der Analgesie und der
Neurolepsie.
Anaesthesist 11,10 (1962)
- 3) Doenicke, A., Schmidinger, St.-
Propanidid zur Einleitung der Neurolept-
analgesie.
Anaesthesist 19,479-482 (1970)
- 4) Eichler, J., Kukulinus, K.-
Epontolnarkose zur Einleitung der Neurolept-
analgesie
Z. prakt. Anaesth. 6,393 (1969)
- 5) Hutschenreuther, K. -
Neuroleptanalgesie
Workshop Bad Reichenhall, Jan. 1974
- 6) Mayrhofer, O. -
Neuroleptanalgesie
Workshop Bad Reichenhall, Jan. 1974
- 7) Schumacher, W. -
Zur Einleitung der Neuroleptanalgesie mit
Epontol
IV. Bremer NLA-Symposium 1966
- 8) Schumacher, W., Jlgatz, E., Muntasser, H., Adika, G. -
Ketanest als Einleitungsanaesthetikum zur
Neuroleptanalgesie.
VI. Bremer NLA-Symposium Mai 1974
- 9) Henschel, W.F. -
Pharmakologie und Technik der Neurolept-
analgie
Zentraleurop. Kongreß für Anaesthesie,
Zürich 1965

- 10) Doenicke, A., Kugler, J., Schellenberger, A., Gürtner, Th. -
 The postnarcotic recovery time of the
 brain function with Fentanyl and Dro-
 peridol,
 3. Congr. Mund. Anaesthesiologia,
 Sao Paulo, (1964)
- 11) Doenicke, A., Kugler, J., Schellenberger, A., Gürtner, Th., Spiess, W.-
 Die Erholungszeit nach Narkosen mit
 Droperidol und Fentanyl
 -
 Arzneimittelforschung 15, 269 (1965)
- 12) Doenicke, A. -
 Clinical studies with Etomidate and
 other i.v. hypnotics.
 Papers presented at the international
 round table "Anaesthesia with Droperi-
 dol and Fentanyl"
 St. Paul de Vence, March 1974
- 13) Doenicke, A., Kugler, J., Kalmar, L., Bezechny, H., Laub, M., Schmidin-
 ger, K., Slawik, B. -
 Klinisch experimentelle Untersuchung
 mit Propanidid
 Anaesthesist 22, 255-262 (1973)
- 14) Doenicke, A., Lorenz, W. -
 Histaminfreisetzung und anaphylaktoide
 Reaktionen bei i.v. Narkosen. Bioche-
 mische und klinische Aspekte
 Anaesthesist 19, 413 (1970)
- 15) Doenicke, A., Lorenz, W., Beigl, R., Bezechny, H., Uhlig, G., Kalmar, L.,
 Praetorius, B., Mann, G. -
 Histamin release after intravenous
 applikation of shortacting hypnotics:
 A comparision of Etomidate, Althesin
 CT 1341 and Propanidid.
 British Journal Anaesth. 45, 1097 (1973)
- 16) Janssen, P.A.J., Niemegeers, C.J.E., Schellekens, K.H.C., Lenaerts, F.M.-
 Etomidate, R-(+)-Ethyl-1-(alpha-methyl-
 benzyl) imidazole-5-carboxylate (R 16659)
 a potent, short-acting and relatively
 atoxic intravenous hypnotic agent in Rats.
 Arzneimittelforschung (drug Res.) 21,
 1243 (1971)

- 17) Brückner, J.B., Gethmann, J.W., Patschke, D., Tarnow, J., Weymar, A.-
Untersuchungen zur Wirkung von Etomidate auf den Kreislauf des Menschen.
XIII. Gemeins. Tagung der Deutsch., Schweiz. und Österr. Gesellschaften für Anaesthesiologie und Reanimation
Linz, 1973
- 18) Doenicke, A. -
Klinisch-experimentelle Untersuchungen und klinischer Erfahrungsbericht über ein neues i.v. applizierbares Narkotikum.
6. Internationaler Fortbildungskurs für klinische Anaesthesiologie, Wien 1973
- 19) Doenicke, A., Gabanyi, D., Lemcke, H., Schürk-Bulich, M. -
Kreislaufverhalten und Myokardfunktion nach drei kurzwirkenden i.v. Hypnotika, Etomidate, Propanidid, Methohexital.
Anaesthesist 23,108 (1974)
- 20) Doenicke, A., Kugler, J., Lorenz, W., Wagner, E., Lemcke, H., Killian, I., v. Denffer, J., Kalmar, L., Praetorius, B., Schellenberger, A., Schmidinger, St., Spiess, W. -
Experimentelle Untersuchungen und klinische Erfahrungen mit dem neuen i.v. Kurz-narkotikum Etomidate
XIII. Gemeinsame Tagung der Deutsch., Schweiz. und Österr. Gesellschaften für Anaesthesie und Reanimation,
Linz 1973
- 21) Doenicke, A., Wagner, E., Beetz, K.H. -
Blutgasanalysen (arteriell) nach drei kurzwirkenden i.v. Hypnotika.
Anaesthesist 22,353 (1973)
- 22) Kettler, D., Sonntag, H., Donath, U., Regensburger, D., Schenk, H.D. -
Hämodynamik, Myokardmechanik, Sauerstoffbedarf und Sauerstoffversorgung des menschlichen Herzens unter Narkoseeinführung mit Etomidate.
Anaesthesist 23,116 (1974)

23) Sonntag,H. -

Coronardurchblutung und Energieumsatz
des menschlichen Herzens unter ver-
schiedenen Anaesthetica.

Anaesthesiologie und Wiederbelebung
79, Berlin-Heidelberg-New York,
Springer (1973)

24) Schering AG -

Untersuchungen zur Pharmakokinetik und
Bioverfügbarkeit von Lormetazepam bei
je drei weiblichen und männlichen Ver-
suchspersonen (intravenös und 2 orale
Gaben) mittels RIA.

Pharma Forschungsbericht Nr.3573, (1978)

25) Kuschinsky,G., Lüllmann,H. -

Kurzes Lehrbuch der Pharmakologie
Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1976,
7. Aufl., S. 223 f.

26) Janssen,P.A.J. -

Zur Frage des Abbaus und der Ausscheidung
der bei der Neuroleptanalgesie zur
Anwendung kommenden Pharmaka.
II. Bremer NLA-Symposium 1964

27) Janssen,P.A.J. -

On the pharmacology of analgesics and
neuroleptics used for surgical anaesthesia
Symposium über NLA, 1.Europ. Kongreß
für Anaesthesiologie, Wien 1962

28) Corssen,G. -

Neuroleptanalgesie und extracorporaler
Kreislauf.
Züricher Anaesthesietagung 1965

29) Buhr,G., Henschel,W. -

Kreislaufuntersuchungen während der
Neuroleptanalgesie.
II. Bremer NLA-Symposium 1964

30) Doenicke,A. -

Muskelrelaxantien
Sonderdruck aus: Lehrbuch der Anaesthe-
siologie und Wiederbelebung, 2.Auflage.
Herausgegeben von R.Frey, W.Hugin und
O.Mayrhofer
Springer Verlag, Berlin, Heidelberg,
New York 1971

31) Brückner, J.B. -

Animal experiments and clinical studies on the circulatory effects of Etomidate (R 26490).

Papers presented at the international round table "Anaesthesia with Droperidol and Fentanyl" in St. Paul de Vence, March 1974

32) Doenicke, A. u.a. -

Etomidate, an intravenous hypnotic agent
Springer Verlag Berlin-Heidelberg-
New York 1977, S. 1 ff

33) Schering AG. -

Der hypnotische Effekt eines Benzodiazepinderivats (SHF 312) nach intravenöser Applikation
Pharmaforschungsbericht EXB 006,
Nr. 3422, 1978

34) Astrup, P. -

A new Approach to Acid-Base-Metabolism
Clin. Chem. 7, 1 (1961)

35) Astrup, P., Jorgensen, K., Siggaard Andersen, O., Engel, K. -

Der Säure-Basen-Stoffwechsel. Eine neue Darstellung.
Lancet 1, 1035 (1960)

36) Gauer, O.H., Kramer, K., Jung, K. -

Physiologie des Menschen, Bd. 6
Atmung (Piiper, J., Koepchen, H.P.)
Urban und Schwarzenberg Verlag
München 1972

37) Siggaard-Andersen, O. -

Das geänderte Säuren/Basen-Blut pH-log pCO_2 -Nomogramm
Scand.J.Clin.Lab. Invest. 14, 598 (1962)

38) Kettler, D. -

Sauerstoffbedarf und Sauerstoffversorgung des Herzens in Narkose.
Anaesthesiologie und Wiederbelebung
67, Berlin-Heidelberg-New York:
1973 Springer

39) Fischer, K. -

Experimentelle Untersuchungen
über den Einfluß von Dehydro-
benzperidol, Fentanyl bzw. Thala-
monal auf die myokardiale Kon-
traktilität.

Bericht über das V. Internationale
Bremer NLA-Symposium vom 21.-23.
Mai 1971, Teil II, herausgegeben von
W.F.Henschel, Bremen, F.K.Schattauer
Verlag, 27-35 (1972)

Lebenslauf

Am 11. November 1947 wurde ich als Sohn des Bautechnikers Johann Wagner und seiner Ehefrau Antonie, geb. Bolkart, in Augsburg geboren.

1954 erfolgte die Einschulung in die Grundschule, 1958 der Übertritt in das Humanistische Gymnasium bei St. Stephan in Augsburg, an dem ich 1968 die Reifeprüfung ablegte.

Vom 01.01.69 bis 30.06.70 leistete ich den Grundwehrdienst bei der Bundeswehr ab.

Im Wintersemester 1970/71 begann ich das Studium der Medizin an der Universität München. 1973 legte ich dort die ärztliche Vorprüfung und 1976 die ärztliche Prüfung ab. Die anschließende einjährige Medizinalassistentenzeit leistete ich am Städt. Krankenhaus Bobingen auf den Abteilungen Chirurgie, Gynäkologie und Geburtshilfe sowie Innere Medizin ab.

Am 16. Januar 1978 erhielt ich die Approbation und war dann als Assistent bis zum 31.03.1979 am obengenannten Krankenhaus tätig.

Seit 01.05.79 bin ich als Assistent bei einem Allgemeinarzt in Augsburg beschäftigt.

